ISSN 1017-0863
DOI：10.30248/TSQBTARI

農業部農業試驗所

技術服務季刊

2026年6月
第37卷第2期

146
Vol.37 NO.2

淺談臺灣蒲公英種苗繁殖技術
種植健康種苗與清園去化並行對百香果生產的重要性（下）
從青蔥甜菜夜蛾抗藥性監測看抗藥性管理
農試所發表芒果設施栽培技術成果 強化產業抗逆境能力
農試所發表百香果藤蔓與廢菇包循環利用技術

Technical Service Quarterly Bulletin
Taiwan Agricultural Research Institute

農業部農業試驗所技術服務季刊

Taiwan Agricultural Research Institute, Ministry of Agriculture,
Technical Service Quarterly Bulletin. (Tech. Serv. Q. Bull. TARI)

第37卷第2期
中華民國115年6月出版

農業創新 科技領航

農業科研創新與加值的領航者
產業全方位技術方案的提供者

封面說明：本所以菇類快速堆肥技術為基礎 ，成功開發「百香果藤蔓與栽培後菇包快速堆肥化處理技術」，將農業資源物快速轉化為兼具堆肥與栽培介質功能的循環資材。(詳情請見本期第37頁)。
◎圖/文 植病組

農業部農業試驗所技術服務季刊
出 版 者/農業部農業試驗所
創刊年月/民國79年3月
發 行 人：王仕賢
總 編 輯：陳淑佩、呂椿棠
執行編輯：黃淑華
地　　址：台中市霧峰區中正路189號
網　　址：https://www.tari.gov.tw
電　　話：04-23302301
農民服務專線：04-23317456
技術服務季刊電子書：■本所官網
■HyRead電子書平台
政府出版品展售門市：
■國家書店松江門市：台北市中山區松江路209號1樓
電話：(02)2518-0207
■五南文化廣場台中總店：台中市西區台灣大道二段85號
電話：(04)2226-0330
■五南政府出版品物流中心：台中市北屯區軍福七路600號
電話：(04)2437-8010
政府出版品網路門市：
國家書店網路書店：https://www.govbooks.com.tw
五南文化廣場網路書店：https://www.wunanbooks.com.tw

版權所有、轉載須經本所同意

定　　價：NT 50 元
GPN：2007900008
ISSN：1017-0863　　NT$50
承 印 者：農世股份有限公司
台中市漢口路3段55巷21號　04-22932036

目錄 Contents

農藝作物

■淺談臺灣蒲公英種苗繁殖技術
蕭翌柱 1

作物種原

■作物種原與生物多樣性資料之整合與實踐
蕭閔建 曾馨儀 林延諭 陳述 7

植物病理

■種植健康種苗與清園去化並行對百香果生產的重要性（下）
陳金枝 林靜宜 徐智政 林宗俊 蔡志濃 13

應用動物

■從青蔥甜菜夜蛾抗藥性監測看抗藥性管理
申屠萱 江明耀 張淑貞 19

農業工程

■農業區水圳微水力發電整合小型農業氣象站之應用
曾祥恩 蘇文瑞 24

出國報告

■參加2025國際水田及水環境學會(PAWEES)研討會見聞
李欣叡 高碧霜 29

新聞訊息

■暖冬挑戰加劇 農試所推荔枝「韌性管理」技術助穩產
朱彧瑩 張哲瑋 34

■農業試驗所2025年農業技術研發成果發表會 農研好生活 驚艷亮相
陳昌岑 呂椿棠 35

■設施加持、好芒升值！農試所發表芒果設施栽培技術成果 強化產業抗逆境能力
邱國棟 李文立 36

■農試所發表百香果藤蔓與廢菇包循環利用技術 14天快速轉化農廢資材 助百香果產量增18%
呂昀陞 蔡志濃 37

農試所官網　　農試所臉書粉絲團

淺談臺灣蒲公英種苗繁殖技術

農試所遺傳生技組 蕭翌柱

一、前言

蒲公英為菊科蒲公英屬 (*Taraxacum*) 多年生草本植物，原生於歐亞大陸，株高約10–30 cm，主根深入地下，葉片呈倒披針形，葉緣為羽狀深裂或呈鋸齒狀。蒲公英花莖上的頭狀花序係由數十至一百多朵細小的黃色舌狀花構成，因其可作為觀賞、食用與保健用途，故早期即由人為引進到美洲和澳洲等地栽培，也因其生長旺盛與繁殖力強，在北美及加拿大野生族群擴散迅速，雖是優良的蜜源植物，但當地居民常將之認定為庭園雜草。

我國自古以來，則是將蒲公英視為具有藥用價值的藥草，並有鳧公英、黃花地丁、蒲公草或鵝仔菜等別名。其始載於唐代編修的醫藥專書《唐本草》：「蒲公草，葉似苦苣，花黃，斷有白汁，人皆啖之。」明代李時珍之《本草綱目》也記載：「地丁，江之南北頗多，四散而生。莖、葉、花、絮並似苦苣，但小耳，嫩苗可食。」近代研究分析臺灣蒲公英植株與根部含有蒲公英醇 (taraxol)、蒲公英固醇 (taraxasterol)、咖啡酸 (caffeic acid) 及多種酚酸與類黃酮素等成分，且葉片或根系受傷時，傷口處會迅速流出白色乳狀汁液。

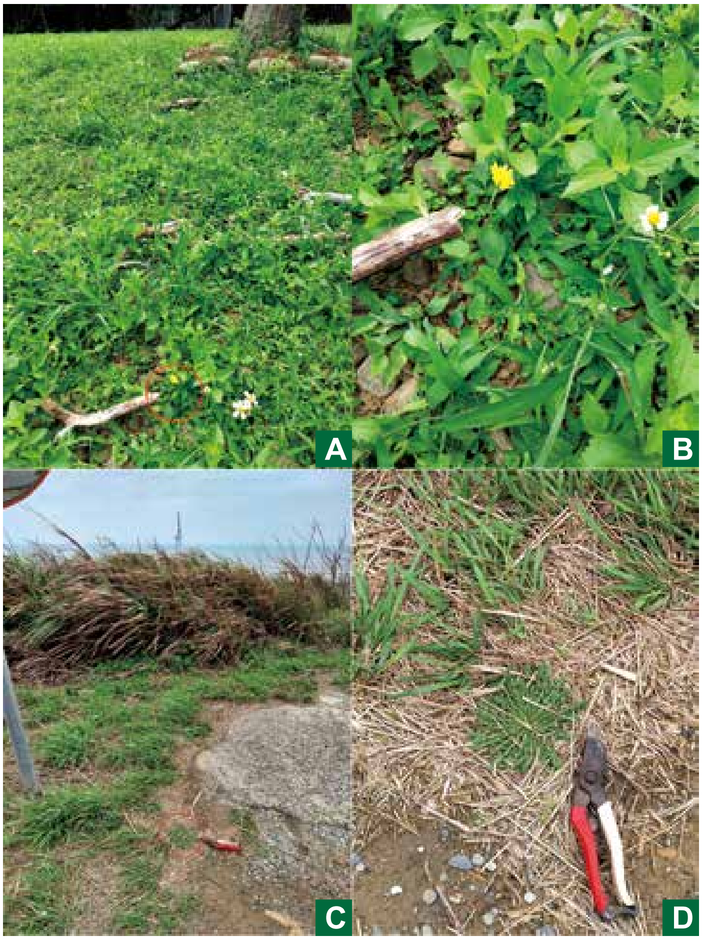
根據調查發現，現今英國和愛爾蘭境內約有200多種蒲公英屬植物，中國大陸約有70餘種，其中包括華北蒲公英 (*T. sinicum*)、川甘蒲公英 (*T. lugubre*)，以及常作藥用的蒙古蒲公英 (*T. mongolicum*)；分布於日本境內者則有日本蒲公英 (*T. japonicum*)；至於，臺灣現有的蒲公英屬植物有二種，一是民國65年9月間，由當時中國醫藥學院那琦教授自加拿大蒐集引進的西洋蒲公英 (*T. officinale* Weber.)；二是在《2017 臺灣維管束植物紅皮書名錄》中被列為瀕危物種的原生臺灣蒲公英 (*T. formosanum* Kitam.)。根據《臺灣野生植物資料庫》(https://tbd.tbn.org.tw/botanic-taxon/6291) 收錄國內植物分類學者之調查報告指出，瀕危臺灣蒲公英已知的生育地大抵分布在今新北市三芝區、石門區、八里區與淡水區，以及新竹縣竹北市及苗栗縣後龍鎮濱海砂岸一帶，但由於棲地減

作　　者：蕭翌柱副研究員
連絡電話：04-23317802

DOI：10.30248/TSQBTARI.202606_(146).0001

少與人為大量採集，故評估野外族群數量將逐年減少。筆者也長期關注大甲溪以北至苗栗地區野生族群分布情形，可惜，多年前即發現有幾處原生地遭人為不當開發或施用除草劑，現今已無倖存的種原，114年春、夏之際，於臺中市大甲區鄰近山坡向陽開闊地 (圖一A、B) 和後龍濱海山區鄉道旁 (圖一C、D) 僅能搜尋到少量的苗株。

為使瀕危臺灣蒲公英能永續留存，因此，本文主要目的是彙整近年有關種苗繁殖的文獻，並輔以筆者多年累積的試驗成果，運用淺顯的圖文介紹，讓讀者了解臺灣蒲公英幾種常見的繁殖方法和技術，藉此倡議保育原生珍稀物種之重要性。



圖一、114年春、夏之際，分別於大甲鄰近山區 (圖A紅圈處；圖B為其近照) 與後龍山區鄉道旁 (圖C紅圈處；圖D為其近照) 搜尋到之臺灣蒲公英。

二、播種繁殖技術

（一）播種繁殖法

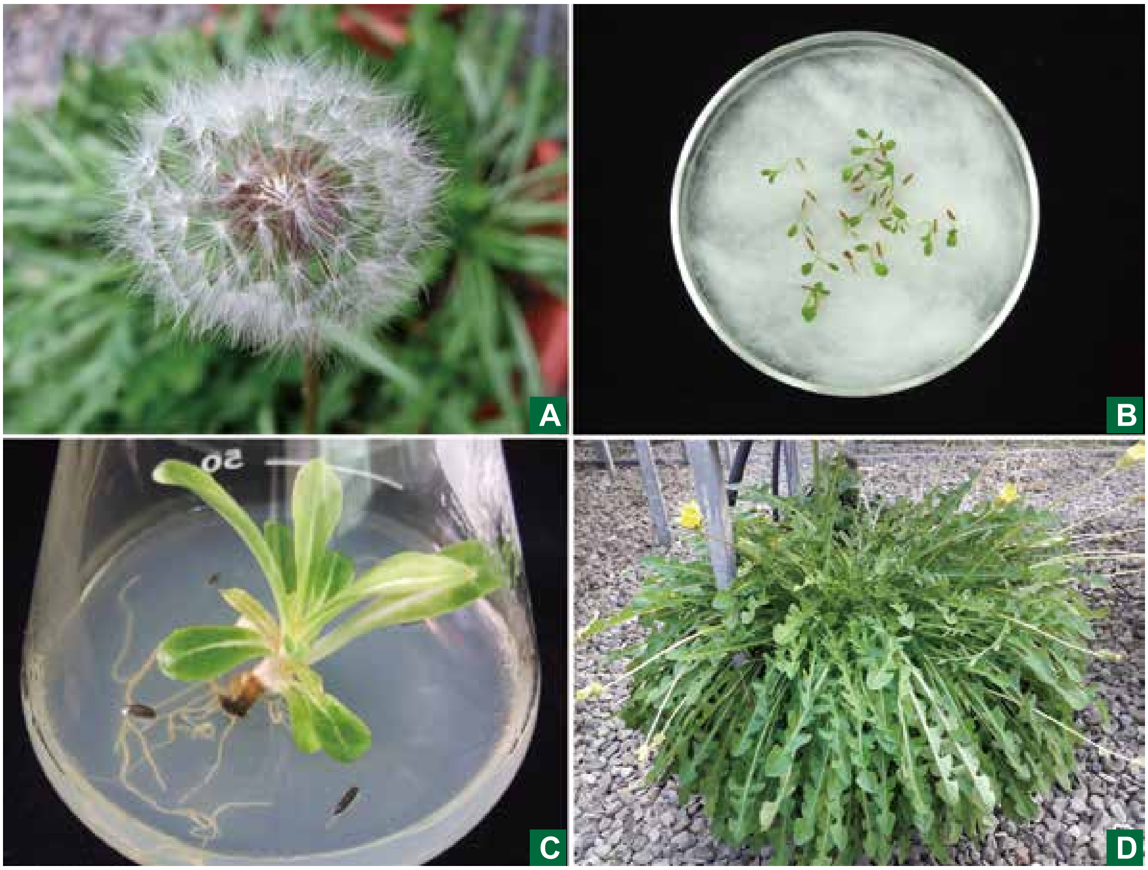
在原生地生長的臺灣蒲公英花朵，經蜜蜂等蟲媒授粉後，可發育成由許多單一瘦果組成的圓球狀結構 (圖二A)，成熟種子即包覆在瘦果內。瘦果皮層一端特化呈長柄狀的「喙」，頂部著生近百根白色纖細的「冠毛」，每根長度約0.7–0.8 cm、直徑僅16 μm。隨著風量和上升氣流之不同，成熟的瘦果可藉風力飛散至距離原植株數公尺甚至1公里以外的地方，遇有濕潤土壤和適宜的環境溫度時，即可萌發成為小苗株。一般而言，臺灣蒲公英成熟種子無明顯休眠期，將充實的種子置於20–25℃溫度與光照環境下之濕潤介質中，能獲得較高的發芽率 (圖二B)；不過，如遇到乾旱或不適合發芽的環境時，種子會在土壤內進入短暫休眠狀態。原生臺灣蒲公英植株生育適期多集中在每年11月至翌年4月左右，當時序進入5–9月時，

DOI：10.30248/TSQBTARI.202606_(146).0001

植株地上部葉片常受夏季炎熱高溫及強光照影響而枯萎，地下根莖亦呈現短暫休眠狀態，直到秋末冷涼季節來臨才再萌發新芽。瞭解上述臺灣蒲公英的生長習性後，若想運用播種法大量繁殖實生苗，則可選在2-4月春季盛花期間，採集瘦果直接撒播在濕潤土壤或栽培介質上；如延遲至冬季10℃以下播種時，可能因低溫影響發芽率。有學者指出，若在播種前，先將種子泡水2-4小時浸種處理，再置於15-20℃的環境下催芽，可以提高種子整體的發芽率和整齊度。

（二）無菌播種繁殖技術

臺灣蒲公英除使用傳統播種方法繁殖外，有時為提高健康種苗繁殖倍率，並保護珍貴苗株免受天災與白粉病或介殼蟲等病、蟲危害，栽培者也會選擇應用組織培養技術進行種原保存，而無菌播種繁殖亦屬此類技術之範疇。操作步驟係將野外採集的臺灣蒲公英成熟種子，先去除冠毛後再進行篩選，顆粒飽滿的種子放入玻璃三角瓶中，依序使用70%酒精溶液浸漬30秒、0.5%次氯酸鈉(NaClO)溶液消毒3分鐘；此後，將裝有



圖二、臺灣蒲公英之瘦果及播種後種子萌生發育為苗株的情形。(A)由成熟瘦果組成的圓球狀結構；(B)瘦果播種數日後之發芽情形；(C)無菌播種後種子萌芽並發育成小苗株；(D)將實生苗移植於花盆且置於溫室栽培的植株生長勢強健並具有觀賞價值。

DOI：10.30248/TSQBTARI.202606_(146).0001

種子的容器放在無菌操作台上，以無菌水將消毒後的種子清洗乾淨，即可用鑷子逐一夾起，接種於事先配製好並以玻璃瓶盛裝密封，且經殺菌釜121℃高溫高壓滅菌後，冷卻備用的固體培養基上。常用的培養基組成分為MS (Murashige & Skoog, 1962) 基本鹽類配方(可提供植物生長所需的氮、磷、鉀、鈣、鎂、硫等各種元素)、30 g/L蔗糖及8 g/L洋菜粉，pH值為5.7。

待接種作業完成後，將其置於有光照和空調設備的培養室層架上，種子約經數日即開始萌芽，並逐漸發育成長為小實生苗(圖二C)。將實生苗馴化移植於花盆並移至冷涼溫室栽培，可獲得生長勢強健並具有觀賞價值的植株(圖二D)。

三、根段扦插繁殖技術

（一）傳統根段扦插繁殖法

臺灣蒲公英除了篩選充實種子播種獲得實生苗的「有性繁殖」方式外，也能在光照環境下，應用根段扦插在濕潤土壤或無土介質中，進行「無性繁殖」或稱為「營養繁殖」，以誘導不定芽的增生。二種繁殖方式各有優、缺點，亦即利用「有性繁殖」獲得的實生苗，每一單株的遺傳組成和性狀表現可能與親本不盡相同，這些差異對種原保存者而言，具有維持物種遺傳質多樣性的優點，但遇有缺陷的變異時，子代無法顯現與親本相似的優良特性。若採用「無性繁殖」方式，則新生芽體能保有與原親本相同的優良性狀，但因遺傳質趨於單一，若親本具有不耐旱或抗病性差等特性時，其子代也會承續這些缺陷，因此，欲以根段扦插繁殖苗株時，應挑選生長勢強健、根系粗壯且園藝性狀表現良好的植株作為材料。

為簡化臺灣蒲公英根段扦插繁殖的作業程序，筆者曾挑選數盆生長勢強健的盆栽植株(圖三A)，在移除花盆後，橫切三等分進行斷根處理(圖三B)，此時會有白色乳狀汁液覆蓋傷口(圖三C)；待白色汁液風乾後，將帶有莖葉的上段，以及僅有根系的中段和末段分別種植於7吋盆，再置於光照環境下栽培(圖三D)；種植後約3周，斷根處可增生癒合組織且誘導萌生不定芽(圖三E、F)。若比較根段不同直徑所能誘導產生的不定芽數，結果顯示，根徑達0.51 cm以上者，在栽培3周後，每一根段切口處平均可誘導萌生3.8±0.8個不定芽(圖四)，此數值與根徑0.41–0.5 cm平均可誘導萌生3.2 ± 0.7個不定芽比較，兩者無顯著差異；但顯著高於根徑0.31–0.4 cm誘導萌生的2.3±0.5個不定芽，和根徑0.3 cm以下平均誘導萌生的1.3±0.5個不定芽，由此可知，進行根段扦插繁殖時，應選擇根系較粗壯者為宜。

（二）根段組織培養繁殖技術

依據學理而言，取得植物體如根、莖、葉或腋芽等器官，經過與前述無菌播種繁殖相似的消毒程序後，均可作為組織培養的「培植體」(explant)。在無菌操作台上，將這些培植體培養於經殺菌釜高溫、高壓滅菌且以透光容器盛裝的

DOI：10.30248/TSQBTARI.202606_(146).0001

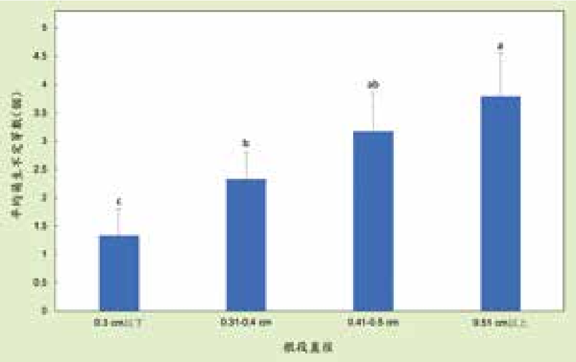
培養基，提供均衡的氮、磷、鉀等各種無機鹽類、碳水化合物、維生素及胺基酸等成長所需養分，並添加微量且不同的植物生長調節劑，例如，植物生長素類的奈乙酸(NAA)或屬於細胞分裂素的6–苄氨基嘌呤(BA)等，在適當溫度與光照環境下，可促使培植體細胞分化並誘導「再生作用」(regeneration)，最終形成癒合組織或發育成長為具有完整根系的小植株。

有學者研究指出，將臺灣蒲公英葉片先培養於含1/2 MS基本鹽類、30 g/L蔗糖、0.3 mg/L BA及9 g/L洋菜粉的固體培養基中3周後，可誘導產生許多的芽體；將這些芽體繼代培養於含1/4 MS基本鹽類、30 g/L蔗糖及9 g/L洋菜粉的固體培養基中，可誘導萌生健壯的根系。國內也有文獻報導，將臺灣蒲公英的腋芽培養於含MS基本鹽類、30 g/L蔗糖、0.06 mg/L NAA、0.6 mg/L BA及9 g/L洋菜粉的固體培養基中，能成功誘導萌生不定芽；若在培養基中添加0.04 mg/L NAA和0.4 mg/L BA，也能誘導根段癒合組織再生形成許多不定芽，但有些芽體可能會有變異情形發生。有鑑於此，筆者多年來進行臺灣蒲公英種原保存和繼代培養時，使用的培養基配方鮮少添加人工合成的生長調節劑，必要時僅添加60–80 ml/L天然椰子汁以取代細胞分裂素的作用，除避免珍貴種原發生變異外，仍能

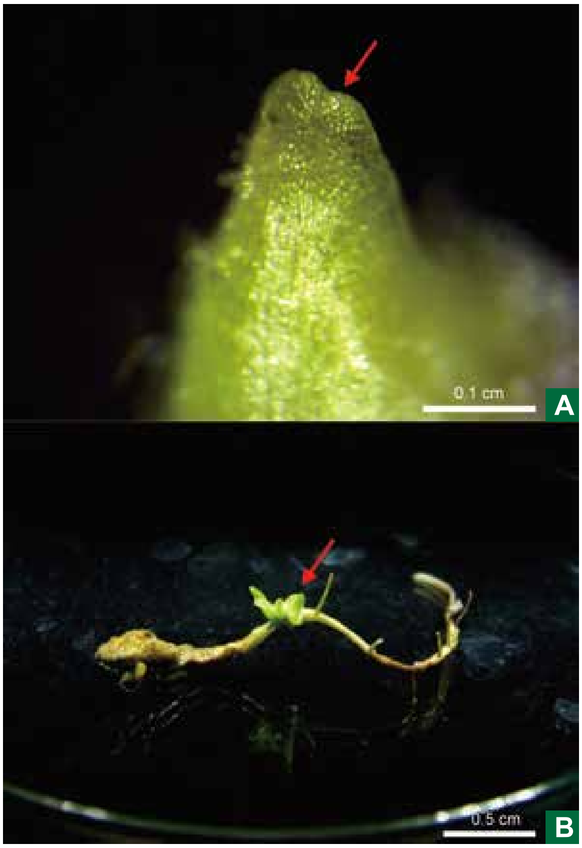
圖三、臺灣蒲公英盆栽根段誘導不定芽萌生之操作程序。(A)7吋盆栽植株；(B)植株全根系(虛線為預定橫切處)；(C)根系橫切面與斷根處有白色乳狀汁液覆蓋傷口(箭頭處)；(D)根系橫切三等分後，再個別種植於7吋盆中；(E、F)種植後3周自斷根處萌生不定芽之情形。

DOI：10.30248/TSQBTARI.202606_(146).0001

誘導根段增生癒合組織，進而促進細胞分化形成葉原體(圖五A)，進而發育為不定芽(圖五B)。



圖四、臺灣蒲公英不同根段直徑所誘導產生之不定芽平均數。



圖五、應用組織培養技術誘導臺灣蒲公英根段癒合組織分化形成葉原體（A；箭頭處）進而發育為不定芽（B；箭頭處）之情形。

四、結語

若從民國90年3月開始調查苗栗縣境原生臺灣蒲公英野外族群分布起算，迄今，匆匆已過20餘年，經筆者長期追蹤發現，大甲溪以北至苗栗縣境之臺灣蒲公英族群生育地點持續的減少。由本文可知，臺灣蒲公英利用傳統播種或根插繁殖獲得大量種苗並不困難，惟今日卻被列入國家瀕危類別維管束植物名錄之中，究其原因，應是社會大眾對此物種的保育意識不足，且原生地常年受到人為濫用除草劑或不當開發所致，誠如《本草新編》所載：「蒲公英，至賤而有大功，惜世人不知用之」。因此，為使此一物種能獲得良好的保護，除撰文介紹其繁殖技術及生育習性外，也期望藉由知識傳播，讓原生地所在的行政單位與居民，對周遭地域和環境能儘量減少使用化學農藥和除草劑，如此或能有助於臺灣蒲公英之繁殖與保育。

五、主要參考文獻

那琦、邱年永、那瑞忠。1978。中國醫藥學院研究年報(9):1–7。

馬溯軒、許圳塗。1992。園藝作物組織培養實用技術。P.11–14。豐年社。臺北市。pp.120。

Escudero, N. L., M. L. De Arellano, S. Fernández, G. Albarracín, and S. Mucciarelli. 2003. Plant Foods for Human Nutrition 58:1–10.

Murashige, T. and F. Skoog. 1962. Physiol. Plant. 15:473–497.

DOI：10.30248/TSQBTARI.202606_(146).0001

作物種原與生物多樣性資料之整合與實踐

農試所遺傳生技組 蕭閔建 曾馨儀 林延諭 陳述

一、前言

隨著開放資料與數位治理逐漸成為全球的重要趨勢，生物多樣性相關資料亦朝向標準化、互通與共享的方向發展。然而，現行資料往往分散於不同機關與平台，資料格式、欄位定義與發布方式不一，降低跨域查詢的效率。作物種原作為農業生物多樣性的重要基礎，若能納入更完整的資料治理與整合架構，將更有助於支援農業研究、資源盤點與政策溝通。

2025年9月22日本所正式加入臺灣生物多樣性資訊聯盟 (Taiwan Biodiversity Information Alliance, TBIA)，並完成合作備忘錄 (MOU) 的簽署（圖一）。此次合作象徵本所跨領域合作的新里程碑，透過TBIA之跨機關資料交換與共通查詢架構，可提升本所作物種原資料之可取得性 (accessibility) 與互通性，亦能充實農業生物多樣性之訊息來源，促進跨機關、跨領域之協作與資訊交流。

二、農業中生物多樣性的價值

在生態學中，生物多樣性的提升通常意味著生態系具有更高的韌性，能更有效應對各種威脅。在農業系統中亦是如此，隨著全球氣候變遷日益加劇，農業亟需生物多樣性所提供的調適能力，以應對極端氣候、病蟲害等環境挑戰。農業的永續發展高度依賴生物多樣性，而這種多樣性可從三個層次理解：生態系多樣性、物種多樣性與遺傳多樣性。

(一) 生態系多樣性指的是不同生態環境與土地利用型態的組合，例如森林、農田、水域等生態系交織形成的地景。其中，「里山 (Satoyama)」便是典型案例。里山代表人類在長期農耕、林業與聚落活動下，維持與自然的平衡，使得自然生態與田地共存，創造出豐富的棲地，而人類的傳統農業活動亦是里山願景中生態系的重要組成，進而支撐整體農業之生態韌性。

(二) 物種多樣性是指農業中植物、動物與微生物的共存，確保農業系統能維持生態功能。例如在田間透過多

作　　者：蕭閔建助理研究員
連絡電話：04-23317804

DOI：10.30248/TSQBTARI.202606_(146).0002

樣化栽培，減少單一作物病蟲害的發生，同時也吸引更多昆蟲、鳥類與土壤微生物，這些生物共同構成的完整生態網絡，有助於調節作物病蟲害並促進授粉，從而提升農業系統的整體穩定性。

(三) 遺傳多樣性則指農作物之個體或品系之間的基因差異。相較於栽培種，作物的野生近緣種 (crop wild relatives)或地方種 (landraces) 保留了更豐富的遺傳變異，這些變異可能包括在自然選擇下演化出的抗病性與環境耐受性基因。例如印度的一個傳統稻米品系「Nagina22」在乾旱條件下表現突出，被廣泛研究並用於改良現代稻米的耐旱性 (Lenka et al., 2011)。作物品系間亦因為各地環境條件及馴化目的不同，而有不同的遺傳多樣性。國家作物種原庫保存之珍貴種原（圖二），正是維繫與強化作物遺傳多樣性之關鍵基石。

圖一、農業試驗所正式加入臺灣生物多樣性資訊聯盟（TBIA）。

圖二、國家作物種原庫展示保種成果。

三、作物種原資訊系統

國家作物種原庫的使命，為系統性永續保存作物遺傳資源，進而延續農業生物多樣性的價值。目前國家作物種原庫保存超過十萬份作物種原，這些來源各異的種原蘊含了豐富的多樣性。若實體材料的保存是種原得以再被利用的基礎，其資訊系統的建置則是種原得以被查找與理解的前提。因此國家作物種原庫除了致力於作物種原蒐集、保存與更新繁殖外，亦長期投入作物種原資料之建置與維護，包含種原基本資料、特性（表型）調查資料與影像資料。相關資料透過作物種原資訊系統 (https://www.npgrc.tari.gov.tw/)（圖三）加以整合。對內支援資料管理與追溯，對外提供種原資訊

DOI：10.30248/TSQBTARI.202606_(146).0002

之查詢，並提供種原分贈申請服務，促進種原於農業研究、品種改良及因應氣候變遷等面向的實際應用，提升作物種原保存與利用的整體效益。

四、臺灣生物多樣性資訊聯盟（Taiwan Biodiversity Information Alliance, TBIA）

如前所述，本所之作物種原資訊系統與其他學研單位、政府機構、民間組織生物多樣性資料庫的資料格式及分享對象各不相同。為解決生物多樣性之資料分散與格式不一的問題，並擴大資料的應用，臺灣生物多樣性資訊聯盟（TBIA）以「資料整合與共享」為核心目標，串聯全臺各大機構，建立生物多樣性資訊合作網絡。

截至2026年4月，TBIA已集結十五個正式會員與一個合作夥伴，形成涵蓋行政、學研、教育與農業的多元合作網絡（https://tbiadata.tw）。TBIA不僅專注於跨單位資料庫的整合，更積極透過多元的活動與社群交流，擴大生物多樣性資訊的影響力與應用。例如辦理「生物開放資料數據松（Data-thon）」，鼓勵參與者利用開放資料進行創新應用，也透過舉辦論壇、工作坊等，促進跨機關的技術交流與合作。

圖三、作物種原資訊系統。

DOI：10.30248/TSQBTARI.202606_(146).0002

在系統功能方面，TBIA的「生物多樣性資料庫共通查詢系統」（圖四）能一站式查詢來自不同單位的生物多樣性資料，並以地圖方式呈現各地區的資料分布，透過方格化設計與顏色深淺，直觀顯示物種出現紀錄的多寡（圖五），也能直接連結至合作夥伴的資料庫，協助使用者快速掌握更全面的相關資訊。此外，該網站也提供唯一識別碼（Archival Resource Key, ARK）服務，以確保資料的永久性和可追溯性。

五、全球趨勢下的作物種原與生物多樣性資料整合

（一）生物多樣性公約與昆明—蒙特婁全球生物多樣性框架

《生物多樣性公約》(Convention on Biological Diversity, CBD) 自1993年生效以來，即以「保育生物多樣性、永續利用其組成，以及公平合理分享遺傳資源所產生之惠益」為三大目標。2022年通過的「昆明—蒙特婁全球生物多樣性框架」(Kunming–Montreal Global Biodiversity Framework, GBF)，更進一步將資料可取得性列為重要基礎。GBF行動目標第21項明確指出，應確保決策者、執行人員和大眾能取得最佳可用資料、資訊與知識，以引導公平有效的生物多樣性治理、整合及參與式管理。

（二）糧食與農業植物遺傳資源國際條約

聯合國糧農組織(Food and Agriculture Organization, FAO) 於2001年通過，並於2004年正式生效之《糧食與農業植物遺傳資源國際條約》(International Treaty on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture, ITPGRFA) 明確指出，植物遺傳資源是糧食安全與永續農業的基礎，並建立多邊取得與利益分享機制（Multilateral System, MLS）。該條約除規範種原取得與利用外，也致力於推動相關資訊的蒐集、管理與公開，以提升全球植物遺傳資源的可用性與透明度。

（三）全球生物多樣性資料基礎建設

在資料治理層面，全球生物多樣性資訊機構 (Global Biodiversity Information Facility, GBIF) 長期推動物種出現資料的標準化與開放共享，並倡議資料應符合可查找、可取得、可互通、以及可再利用原則 (Findable、Accessible、Interoperable、Reusable, FAIR)。此一原則已逐漸成為國際科研與公共資料政策的共同語言。

TBIA所推動的資料標準化、共通查詢、唯一識別碼 (ARK) 與資料整合工具即建立於國際通行之資料交換標準之上，其中包括全球生物多樣性資訊機構 (GBIF) 所採用的 Darwin Core (DwC)資料標準。

（四）從「保存」走向「治理」：國際趨勢下的資料角色轉變

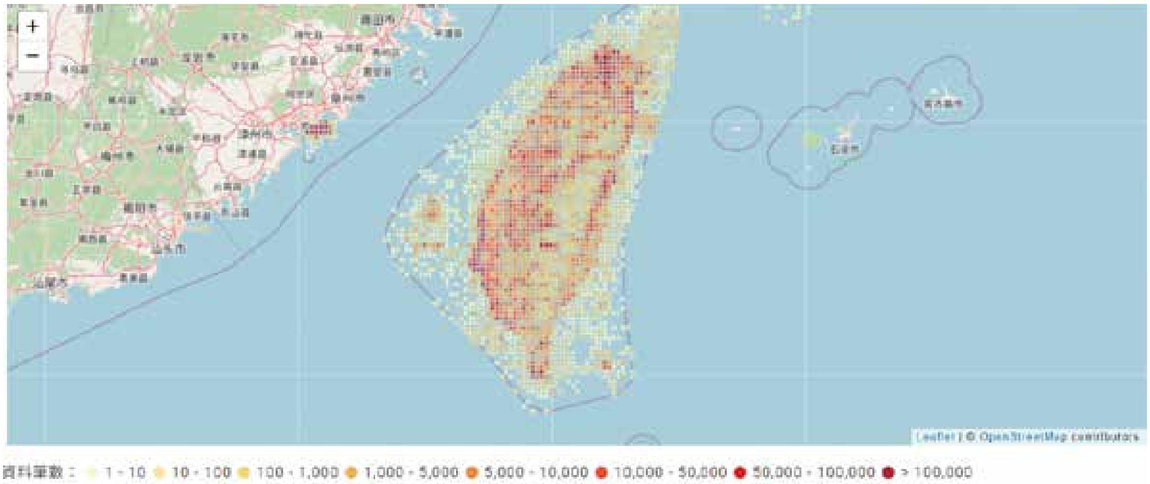
綜合上述國際條約與趨勢可見，作物種原與生物多樣性的資料保存，正逐步從單一機構的「保存與管理」，轉向跨部門、跨尺度的「資料治理與決策支

DOI：10.30248/TSQBTARI.202606_(146).0002

援」。資料不僅是科學研究的基礎，也是政策制定、成效評估與社會溝通的重要工具。

在此轉變下，農業試驗所參與TBIA的意義，已不僅是資料共享本身，而是將作物種原正式納入國家生物多樣性治理體系的一環，使農業、生態與文化層面的資料得以相互連結，並回應國際對於永續農業、生物多樣性保育與資料透明化的共同期待。

圖四、TBIA生物多樣性資料庫共通查詢系統(資料來源：TBIA 生物多樣性資訊平台https://tbiadata.tw)。



圖五、TBIA 生物多樣性資料共通查詢系統之方格化地圖(資料來源：TBIA 生物多樣性資訊平台https://tbiadata.tw)。

DOI：10.30248/TSQBTARI.202606_(146).0002

六、TBIA資料整合的實務應用

TBIA整合作物種原、生態調查與博物館藏資料，能發揮互補效益，為不同領域的使用者提供更完整資訊。

對種原保存單位而言，TBIA 可提供具體的地理分布線索，協助種原的「精準蒐集」。例如，研究人員若對某些地區的作物野生近緣種有興趣，可藉由 TBIA 整合的物種出現紀錄，鎖定潛在分布熱點進行種原的蒐集。

對農業育種者而言，資料整合能提供更多種原材料的線索，例如當育種者需要尋找具備特定性狀（如抗病性或耐逆境性）的種原材料時，便可透過 TBIA 同時檢索作物種原資料及野外生態調查紀錄，找出生長在特定環境，如病害好發區或極端環境中仍能存活的族群，幫助育種者快速鎖定具潛力的遺傳資源。

對生態與遺傳學者而言，作物種原庫提供的品系資訊能補足物種內遺傳多樣性的細節。透過TBIA整合各資料庫的物種時空分布數據，學者可比對栽培種與野生近緣種的地理擴散路徑，若進一步結合種原特性、基因體數據與環境因子進行多維度分析，將能更深入地解析作物在氣候變遷或人為選擇壓力下的演化與馴化歷程。

對農民而言，TBIA 資料整合的價值在於將「農田周邊生物」轉化為可支持決策與行銷的科學數據。TBIA 不僅收錄作物資料，更涵蓋了大量的昆蟲、蜘蛛及哺乳類等紀錄。透過比對田間害蟲發生期與周邊天敵物種的時空分布，農民能進一步掌握「生物防治」的時機，例如在特定季節營造植生帶（如保留田埂原生雜草）來吸引特定益蟲棲息，從而減少化學農藥的噴灑頻率與用藥成本。

農民亦能透過查詢當地特有或保育類物種的分布軌跡，以「里山精神」思索農業生產與棲地保育共存的可能性。這正與當前「產業生態化」的國際趨勢相符，例如知名的石虎米、老鷹紅豆、菱角田水雉棲地復育等成功案例。以 TBIA 整合的科學數據作為佐證，農產品能更具信服力地向公眾傳遞保育價值，將田間的生物多樣性轉化為產品競爭力。

此一跨資料庫的連結，正凸顯本所參與 TBIA 的關鍵意義，也展現未來資料整合在科研、育種等應用上的巨大潛力。

七、參考文獻

黃群哲、曾馨儀、陳述。(2023)。國家作物種原庫保種成果及未來展望。技術服務(135)：18–23。https://doi.org/10.30248/TSQBTARI.202309_34(135).0005

Lenka, S. K., Katiyar, A., Chinnusamy, V., & Bansal, K. C. (2011). Comparative analysis of drought-responsive transcriptome in Indica rice genotypes with contrasting drought tolerance. Plant Biotechnol J, 9(3), 315–327. https://doi.org/10.1111/j.1467-7652.2010.00560.x

DOI：10.30248/TSQBTARI.202606_(146).0002

種植健康種苗與清園去化並行對百香果生產的重要性(下)

農試所植病組 陳金枝 林宗俊 蔡志濃
農試所嘉義分所 林靜宜 農試所鳳山分所 徐智政

（接續上篇）

一、前言

栽培百香果期間的病毒病害防治，除了採用每年換植新苗、運用種植健康種苗的源頭防治方式外，如何在田間栽培期間有效控管病毒病傳播的綜合防治配套措施，強化對百香果病毒病及其他病害的防治，維護健康種苗定植到田區後之生育品質與產值；本文將延續前文上篇闡述如何進行田間清園去化以削減病毒或其他病原殘存，使全區砍除老藤後的田區有健康的開始。

二、田間種植健康種苗之配套措施

(一)清潔刀具預防病毒汙染並避免病毒透過機械傷口傳播：病毒可透過帶毒汁液經由機械傷口而傳播，百香果在田間栽培過程中，若忽略田區已有罹染病毒之植株，則罹病組織汁液容易在修剪枝條過程中污染刀具而成為病毒的傳播途徑。因此繁殖種苗者在母本株栽培期間修枝剪條、或採穗和嫁接時所使用之刀具或器具，均需經消毒處理或使用專用刀具以阻絕帶有病毒組織汁液之傳播，尤其母本樹所使用之刀具以單株專用刀剪為首要。農民於田間對植株的定期修剪，則須徹底執行刀具消毒後才能用於下一株之修枝剪條；且建議採用分段修剪方式，配合目視觀察，先進行無病毒徵狀者之修枝剪條後，再換修剪有疑似病毒病徵狀者，以降低或減緩田間的病毒傳播。刀具消毒可採用直接高溫處理，或是浸泡於含有氯離子的消毒劑(比如漂白水)中至少2小時(或隔夜)，之後再以清潔劑洗淨刀具。含氯離子的消毒劑可打斷病毒核酸，不活化病毒。可準備兩套以上的刀具，以輪替消毒後使用。

(二)防蟲網罩或簡易網室：農民於田間栽培區，於每年更換新植苗初期，使用單株防蟲網罩者(約32目)，應注

作　　者：陳金枝副研究員
連絡電話：04-23317518

DOI：10.30248/TSQBTARI.202606_(146).0003

意網底之密合度，以防範昆蟲由缺口處侵入隔離網罩內；使用網室栽培者，則須注意隨時修補網的破洞以避免蟲媒進出。

(三) 植株生長期間施行草生栽培也同時注意雜草防除：田區需要清除雜草以避免蟲媒孳生或病毒存活於野生寄主而成為傳染源。採用草生栽培者，須注意定期整理植被維持田間整潔度，草生植物高度過長(超過90公分)，反而有利病媒蟲藏匿或因而增加果樹基部濕度，利於病原存活(Hasanaliyeva et al. 2024)。

(四) 植株生長期間對罹病株清理之衛生管理：依據巴西學者報告指出百香果園若進行系統性的移除病株，植株於定植田間後 181-285 天仍有 80% 可保持健康；但若停止移除田間病株，僅需 64-126 天即會導致全園感染(Rezende et al. 2023)。對於病毒病而言，田間一旦出現罹病株便可成為感染源，會透過例行修枝剪條等機械傷口傳播途徑侵染其他健康植株，因此有必要定期巡園以將病毒罹病植株及時砍除。然而，埔里大坪頂地區的百香果栽植時間，近十多年來已逐漸轉變為每年10月到隔年3月，造成此半年期間陸續有砍除老株或種植新種苗的施作，導致罹病老株與新植苗同時存在田間，亦即病毒傳染源已隨時存在，健康種苗定植田間一段期間後，被病毒感染的風險勢不可免。因此面對病毒株的田間清理措施，可採用調適作為，視植株的生長勢大小決定砍除的時機，分述如下：

1. 若田區為第一年種植百香果，且周圍附近並無其他百香果田，則建議隨時剷除病毒株，及時阻斷田區的病毒來源。
2. 若於容易發生病毒病的產區，則於新植種苗定植後的初期階段，植株仍為單株，蔓條尚未開展其他子蔓時期，可立即拔除全株，及早去除傳染源。
3. 若藤蔓已攀爬上棚架並已延展擴張的成株，移除病株時可先行砍斷植株地基部，待日曬乾燥後盡速徹底清除枝條葉片及落葉，並清出園區；若已種植超過5個月且藤蔓重疊全區，尤其是全株果實已呈現嚴重木質化狀況，建議清除罹病的病毒株；若果實僅有輕微的病毒病徵狀，則可以給予促進生長的農用微生物菌以強化植株生長勢，仍可在不砍除成長株的情形下而有收成。國際間已有利用微生物處理強化植株生長勢，或是活化植物防禦機制進而減緩植物病毒造成的徵狀、降低病毒量、或恢復(維持)罹病株的生長與產量，例如木黴菌 (*Trichoderma* spp.) 的使用 (Salami et al. 2025)。在百香果病毒病上，筆者等於2023年曾初步嘗試用*Bacillus* sp.以灌根及噴灑全株的方式，讓罹染病毒病的百香果植株恢復生機(結果未出示)，顯見微生物菌應用在百香果上促進植株的健康生長以超越病

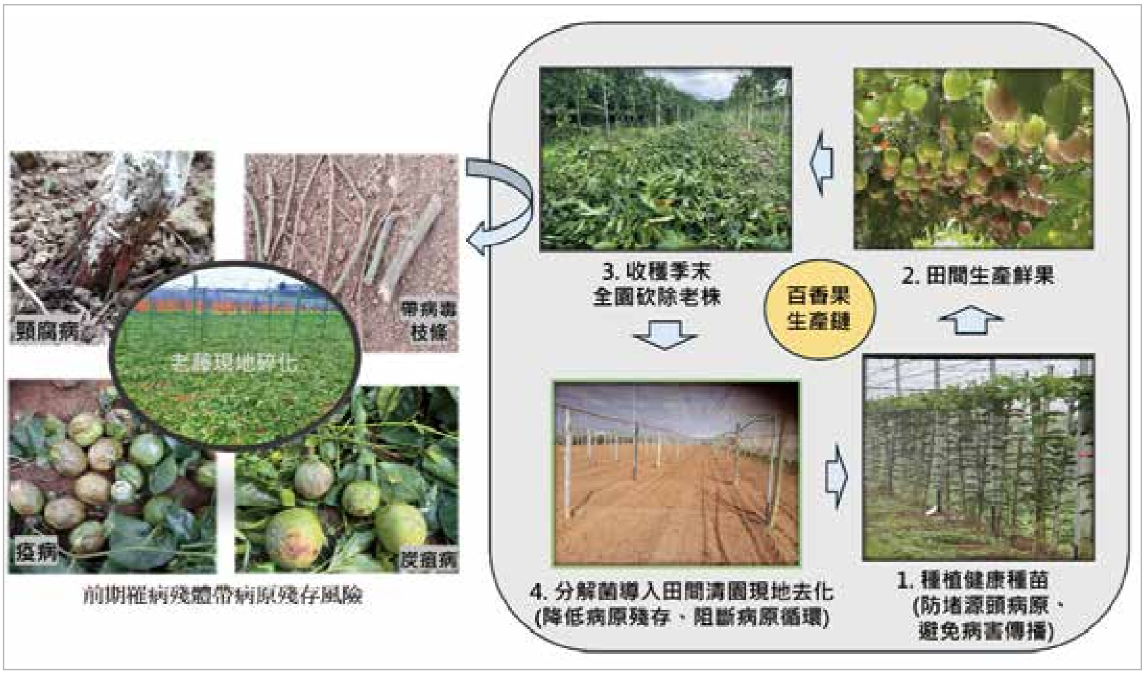
DOI：10.30248/TSQBTARI.202606_(146).0003

毒病的感染有其應用潛力，而能夠更穩定施用微生物的方式以維持田區百香果株的健康生長，進一步探討中。

(五) 同時監測其他病蟲害、早期預防及適時施用防治資材：百香果除了病毒病的危害外，尚有真菌及蟲害等(圖一)。尤其近年來新型炭疽病(*Collectotrichum* sp.)導致果實壞疽、夏季連續雨或颱風過後的 *Phytophthora* 疫病嚴重導致果實水傷或腐敗、*Fusarium* 頸腐病引起植株萎凋等，對百香果均為極具殺傷力的病害；蟲害方面的熱潛蠅及薊馬均導致果實品質不佳而影響產值。因此，對百香果病蟲害的綜合防治管理，除了種植健康種苗以確保植株有健康的開始外，在田間生長期間，建議參考百香果防治曆並適時對其他病蟲害做整體性的防治管理，以確保收成 (陳等 2021)。

三、病毒殘存與採收後的田間清園現地去化

作物健康管理的核心理念，在於降低病原來源與減少傳播機會。在田間病害衍生與傳播過程中，初始接種源的存在與病原殘存時間長短，往往決定了病害傳播速度與嚴重程度。因此，無論是「選用健康無病的種苗」還是「採收後徹底清園並進行病株現地去化」，兩者在病害防治體系中都具有同等關鍵地位。前者能避免病害從源頭進入田間，後者則能有效阻斷病原殘存與再循環。



圖一、百香果一年期栽培方式之全園現地耕鋤老藤措施。除農民於採收後結束栽培時，採用現地割除老藤並絞碎犁入田區，常伴隨有罹病植物殘體帶病原殘存，若無徹底分解去化，將成為下一期感染源的風險。

DOI：10.30248/TSQBTARI.202606_(146).0003

百香果為週年期藤蔓果樹，但由於病毒病的危害，臺灣在民國79年起，對百香果木質化病毒病防治上，採用每年更新換苗之方式，施行「農曆年前後全面拔除百香果老株，並重新種植無特定病毒健康種苗」的策略，因此顯著降低了木質化病毒病的持續危害(Chang et al. 2017)。此策略即是一種「清園+田間衛生」的實例，藉由全園銷毀病株以避免罹病殘體帶病原殘存的累積，但其中也包含共同砍除、共同清園、同時種植健康種苗的作為，健康種苗才能在一開始相對健康的環境中生長。

但隨著栽培方式與現今農民種植新種苗時程的自由化，加上田區百香果藤蔓數量眾多，農民大多採用在田區現地砍除老藤蔓並直接絞碎犁鋤入田土的方式，可讓犁入田土的藤蔓組織成為另一種綠肥的樣態進而增加土壤肥份。然而近二十多年來，國內百香果主要產區埔里大坪頂的真菌病害逐年嚴重，因此生長近一年期間的百香果，在田裡受到各式真菌病害危害後，罹病殘體若僅單純犁鋤拌入田土中，未經徹底去化處理，常成為下一期新作的病菌感染來源(圖一)。

與其他病原真菌一樣，植物病毒在植株殘體和土壤中的生存力，是農業安全生產中的重要課題。植物病毒的複製與殘存力會影響其傳播能力，從而影響病毒病害的發生動態。相關研究文獻中顯示:許多植物病毒能在土壤和植物殘留物中存活較長時間 (Charudattan et al. 2023; Jiménez et al. 2024)。本研究溫室試驗結果顯示，百香果病毒隨著罹病植株殘體也會有一段時間的殘存期，以木質化病毒TelMV (Telosma mosaic virus)為例，其在植株殘體上的殘存可超過一個月之久(表一)。將百香果罹染TelMV之病組織混拌入土壤後，定期取出殘株組織進行檢測，經過35天後病毒會隨罹病組織之腐化而逐漸降解，及至第63天左右才會完

表一、溫室試驗測試不同微生物處理對百香果病毒Telosma mosaic virus (TelMV)在土壤中殘存的影響

TelMV殘存 (田土含病葉)	土壤中之病組織檢出TelMV的ELISA正反應比 (正反應數/處理數)*				
	14 天	21 天	35天	49天	63天
未加菌	7/10	7/10	6/10	4/10	0/10
市售菌	5/10	5/10	2/10	0/10	0/10
菌04	4/10	2/10	1/10	1/10	0/10
菌06	6/10	6/10	4/10	1/10	0/10
菌09	6/10	6/10	6/10	0/10	0/10
菌12	6/10	4/10	5/10	0/10	0/10

*罹染TelMV的百香果藤蔓與葉片混拌田土後之處理天數，取百香果殘株組織0.1 g進行ELISA檢測。ELISA讀值大於0.3者，為正反應。

表二、溫室盆栽試驗探討田土混拌市售分解菌與百香果罹染病毒之組織對植株生長的影響

種植天數	株高 (cm)			節間數		
	市售菌+病組織	病組織	Mock	市售菌+病組織	病組織	Mock
14	38.1	21	40.5	8	7	8
21	46.4	28.7	51.8	10	8	10
28	58.2	36.9	60.4	12	11	12
34	68.7	42.2	67.6	14	12	13

*田土混拌罹染TelMV的百香果藤蔓組織，並添加市售菌處理後，量測植株高度與節間數。 Mock: 田土均未添加罹病組織及市售菌。

DOI：10.30248/TSQBTARI.202606_(146).0003

全無檢出病毒；而市售菌於處理後第14天即具有降解TelMV作用(達5/10)，且於第35天後穩步降解TelMV之殘存至0/10(表一)。此結果顯示，利用可分解植株殘體的微生物菌添加到土壤裡，可加速病毒降解且可縮短植株殘體的發酵分解，讓帶有百香果藤蔓殘碎的田土在處理市售分解菌經14天後，再定植百香果植株，可讓植株正常生長(表二、圖二)；帶有植株殘渣但未添加分解菌的處理組則植株生長受抑制，此種現象推測乃因植株殘體在14天的期間尚未完全降解發酵熟成而傷及根部之故。

實際於田區每分地添加20 公斤的商用微生物分解菌處理一個月後，採樣田間田土檢測病原，由七處田區老藤蔓殘渣經由市售分解菌處理後一個月，有六處田區均未檢出病毒與分離到病原真菌(如*Fusarium* sp.)，顯示添加分解菌具有幫助田間現地去化，降低病原的效益與潛力，然仍需更多的田間實地施作以進一步驗證其成效與穩定性。

四、結論

百香果栽培期的病毒病及病害防治，若採收結束後未徹底做好田間衛生，殘存的病原菌仍可能成為下一期作的感染源，因此僅單靠種植健康種苗並無法維持百香果整個栽培期的健康生長。因此，從防治病毒或其他病害上，除了種植健康種苗給予百香果無特定病原的起始外，需配合早期病株的移除、田間清園、運用微生物分解菌輔助全園老藤現地去化等措施，達到減少初始病原感染源、降低病毒在田區裡的累積與蔓延速度，以及讓田區的健康種苗可以有健康生長的初始環境。因此，種植健

圖二、田土混拌百香果罹染病毒之組織及微生物對植株生長的影響。田土加藤蔓組織及市售分解菌(左)、田土加藤蔓組織(中)、單純田土處理(右)。田間土壤混拌百香果藤蔓殘碎並添加可加速殘株分解菌處理(左)，可降低苗株根系受損，讓植株正常生長。

DOI：10.30248/TSQBTARI.202606_(146).0003

康種苗與採收後的田間清園現地去化，兩者的共同目標皆是以「降低病原壓力、避免傳播、保障作物健全生長」為核心，亦是作物健康管理前後呼應的策略，在面對病毒或持續性病原時，更能達到事半功倍的防治效果，且是對防治病毒病或其他病害的兩大核心環節:一者負責阻止病原進入田間，一者負責減少病原殘留與再感染風險。唯有兩者兼顧，才能真正建立完整且有效的病害預防體系，進而有效保障作物生產的穩定性與永續性。

五、參考文獻

陳金枝。2019。臺灣百香果無特定病毒種苗生產技術。p.51–60。百香果產業新南向策略研討會園藝專刊。行政院農委會農業試驗所鳳山熱帶園藝試驗分所出版。

陳金枝、蔡志濃、徐智政、鄭櫻慧、林宗俊、李文立。作物病害之非農藥防治實務-綜合管理實務案例百香果篇。2021。編輯:謝廷芳、安寶貞、林筑蘋。作物病害之非農藥防治實務專書 P 131-144。行政院農業委員會農業試驗所編印。238頁。

Ali Hossain, A., Fariha, T. S., Rabeya, A. A., and Islam, H. 2023. *Trichoderma asperellum* suppresses viral diseases and promotes the growth and yield of country bean. Frontiers in Agronomy 5: 1-6. Doi:10.3389/fagro.2023.1150359

Chang, C. A., Huang, L. C., Chen, Y. C., Lin, Y. Y., Lu, H. C., and Lin, Y. D. 2017. A review of the research and control of passionfruit virus diseases in Taiwan. Plant Protect. Sci. 59(3): 1–12. Doi:10.6716/JPM.201709_59(3).0001. (in English with Chinese abstract)

Hasanaliyeva, G., Furiosi, M., Rossi, V., and Caffi, T. 2024. Cover crops lower the dispersal of grapevine foliar pathogens from the ground and contribute to early-season disease management. Front. Plant Sci. 15:1498848. Doi:10.3389/fpls.2024.14988482024.

Medina, J., Monreal, C., Barea, J. M., Arriagada, C., Borie, F., and Cornejo, P. 2015. Crop residue stabilization and application to agricultural and degraded soils: A review, Waste Management 42(9):41-54. https://Doi.org/10.1016/j.wasman.2015.04.002.

Rezende, J. A. M., Favara, G. M., de Oliveira, F. F., Leite, D., Bello, V. H., Quagliato, A. L., Vieira, G. F. D. A., and Paterniani, R. S. 2023. Partial efficacy of early and temporary roguing to manage woodiness disease in pilot crops of passion fruit. Plant Pathol.72: 1081–1087. Doi:10.1111/ppa.13721

Salami, S., Koolivand, D., Eini, O., and Hemmati, R.2025. Effectiveness of *Trichoderma harzianum* in mitigating Beet curly top Iran virus infection in tomato plants. Sci Rep. 15:11377. Doi:org/10.1038/s41598-025-96068-6.

DOI：10.30248/TSQBTARI.202606_(146).0003

從青蔥甜菜夜蛾抗藥性監測看抗藥性管理

農試所應動組 申屠萱 江明耀 張淑貞

一、前言

甜菜夜蛾(*Spodoptera exigua*)屬廣食性鱗翅目害蟲，寄主範圍廣，為全球農作物的重要害蟲，在臺灣則為青蔥作物的重要害蟲。2023年臺灣青蔥的種植面積約4千公頃，年產量約10萬公噸，年產值近50億元(農業部，2025)，主要產區在彰化、雲林、臺中、宜蘭，其中彰化和雲林合計約7成的產量。甜菜夜蛾幼蟲會鑽進青蔥蔥管內取食葉肉(圖一A)，留下外表皮呈薄膜狀(圖一B)，使蔥管倒伏(圖一C)，嚴重時甚至在數日內即將整叢青蔥啃食殆盡，造成產量損失(圖二)。目前田間防治方法以化學殺蟲劑為主，114年青蔥上推薦防治夜蛾類或蔬菜鱗翅目害蟲的殺蟲劑計有28種有效成分，涵蓋13種作用機制(農藥資訊服務網，2025)。對農民而言，施用化學殺蟲劑的優點是省工、速效，但是長期持續大量施用多種殺蟲劑，已導致田間甜菜夜蛾逐漸產生抗藥性，防治效果變差。

二、害蟲抗藥性的發生

在田間自然情況下，甜菜夜蛾族群大多對殺蟲劑敏感，少量劑量即可致死。但族群中往往存在極少量對殺蟲劑具有抗性的個體，當農民連續施用同一類藥劑時，敏感個體逐漸被淘汰，存活下來的抗性個體則能繼續繁殖，將抗性基因遺傳下去。隨著長期持續用藥、用藥頻率增加或用藥區域擴大，選汰壓力增大，田間族群逐漸由「感性」轉為「抗性」。若同期間、鄰近區域(可能為不同作物)用藥種類複雜的情形下，加上害蟲具有遷飛能力，來自不同田的抗性甜菜夜蛾個體交配、繁殖，導致基因流動，促使害蟲從原本對1、2種殺蟲劑產生抗性，進而發展出對多種作用機制的殺蟲劑皆產生抗性的「多重抗性」情形，並成為該地區優勢族群，致使多種常用殺蟲劑的防治效果皆變差。

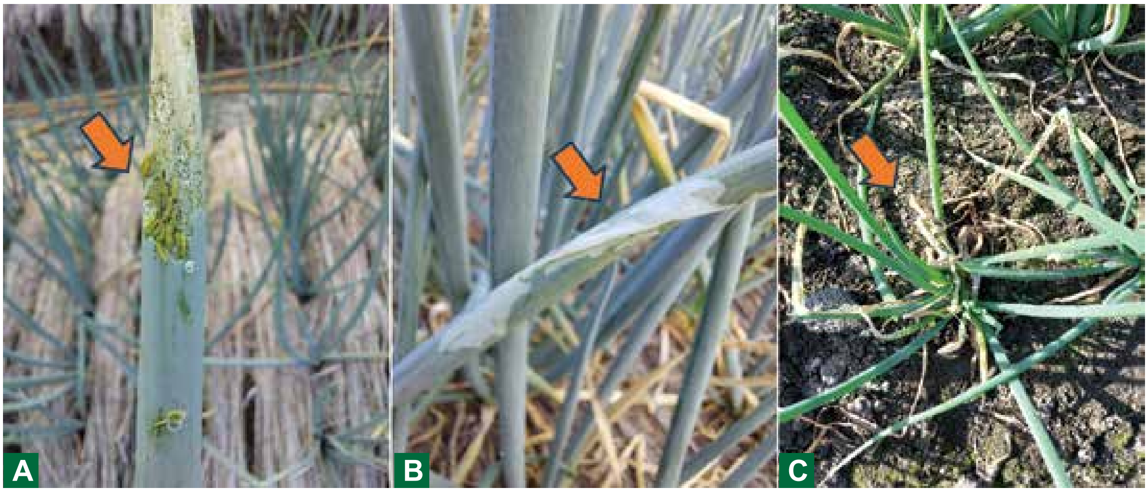
三、甜菜夜蛾在青蔥上的抗藥性現況

依據全球節肢動物農藥抗性資料庫(Arthropod Pesticide Resistance Database)統計，甜菜夜蛾在全球已對43種殺蟲劑有抗藥性報告，例如賽滅寧、因滅汀、

作　　者：申屠萱助理研究員
連絡電話：04-23317613

DOI：10.30248/TSQBTARI.202606_(146).0004

剋安勃、因得克等。農業試驗所往昔曾報告甜菜夜蛾對百滅寧、芬化利有抗藥性，它們都是合成除蟲菊類殺蟲劑，有「交互抗性」情形，即害蟲若對同一作用機制的其中一種藥劑有抗性，就可能對同一作用機制的其他種藥劑也產生抗性(Cheng and Kao,1993)。近年因氣候變遷，甜菜夜蛾數量增加，加上藥劑防治



圖一、甜菜夜蛾幼蟲取食青蔥之危害狀 (A) 甜菜夜蛾1、2齡幼蟲群聚蔥管外危害 (B)甜菜夜蛾幼蟲鑽入蔥管內啃食葉肉組織，留下表皮呈薄膜狀 (C) 整根蔥管被甜菜夜蛾幼蟲取食成薄膜並倒伏在畦面上。

圖二 甜菜夜蛾取食青蔥蔥管，嚴重時造成嚴重損失 (A) 正常青蔥田 (B) 甜菜夜蛾嚴重危害田。

DOI：10.30248/TSQBTARI.202606_(146).0004

效果逐漸下降，造成青蔥產量損失情形日益嚴重。農業試驗所於109年至113年間在宜蘭、臺中、彰化、雲林的青蔥產區採集甜菜夜蛾族群，帶回實驗室飼養繼代並以幼蟲進行殺蟲劑感受性試驗，以監測田間抗藥性發生情形。從12種殺蟲劑作用機制中各挑選1-2種有推薦用在青蔥上的殺蟲劑，依推薦濃度以噴藥塔施用在幼蟲上，紀錄72小時後的死亡率(蘇力菌因致死效果較慢，紀錄至96小時後的死亡率)。試驗結果依死亡率在50%以下、50%-70%、70%以上等程度以不同顏色呈現如圖三。結果顯示，各田間族群皆同時對大部分測試藥劑有抗性，顯現這些族群已形成所謂「多重抗性」族群，且可能已成為該地區的優勢族群，使得藥劑防治更加困難。不過監測結果也顯示少數藥劑仍具有不錯的殺蟲效果。例如蘇力菌對甜菜夜蛾族群的致死率多數能達到70%以上，效果較為穩定。推薦在青蔥上防治甜菜夜蛾的蘇力菌為鮎澤蘇力菌ABTS-1857，對田間族群仍有70%以上的高致死率，效果良好。至於因滅汀、克凡派、得芬諾、因得克與剋安勃在少數地區族群的致死率高於50%，但施用後可能很快造成抗性上升，導致後續防治效果變差。以每週1次的頻度使用時，使用2-3次即需更換，其中剋安勃建議最多使用2次。另外測試推薦用於防治小菜蛾的汰芬隆效果較差，可能是因為田間甜菜夜蛾族

對測試藥劑之死亡率%	
（黃色）	未測試
（粉紅色）	50%以下
（淺綠色）	50%-70%
（綠色）	70%以上

作用機制 MOA	殺蟲劑	宜蘭					臺中		彰化		雲林	
		109年	110年	111年	112年	113年	112年	113年	111年	111年	112年	112年
1A	納乃得	未測試	未測試	50%以下	50%以下	50%以下	50%以下	50%以下	50%以下	70%以上	50%以下	50%以下
1A	硫敵克	50%以下	50%以下	50%以下	50%以下	50%以下	50%-70%	50%以下	50%以下	未測試	50%以下	50%以下
3A	畢芬寧	50%以下	50%以下	50%以下	50%以下	50%以下	未測試	50%以下	50%以下	50%以下	50%以下	50%以下
5	賜諾殺	50%以下	50%以下	50%以下	50%以下	50%以下	50%以下	50%以下	50%以下	70%以上	50%以下	50%-70%
6	因滅汀	50%-70%	50%以下	50%以下	50%以下	50%以下	50%-70%	50%以下	70%以上	50%以下	50%-70%	50%以下
11A	蘇力菌	70%以上	70%以上	70%以上	70%以上	70%以上	未測試	70%以上	70%以上	未測試	70%以上	未測試
12A	汰芬隆	未測試	未測試	50%-70%	50%以下	50%以下	50%以下	50%以下	未測試	未測試	50%以下	50%以下
13	克凡派	50%-70%	50%以下	50%以下	50%以下	50%-70%	70%以上	50%以下	50%以下	70%以上	50%-70%	50%-70%
14	培丹	50%以下	50%以下	50%以下	50%以下	50%以下	50%以下	50%以下	50%以下	50%以下	50%以下	50%以下
15	氟芬隆	50%以下	50%以下	50%-70%	50%以下	50%以下	50%以下	50%以下	50%以下	50%以下	50%以下	50%以下
18	得芬諾	50%以下	50%以下	50%-70%	50%以下	50%-70%	50%-70%	50%以下	50%以下	50%以下	70%以上	50%以下
22A	因得克	50%以下	50%-70%	50%以下	50%以下	50%以下	70%以上	50%以下	50%-70%	70%以上	70%以上	50%以下
28	剋安勃	50%以下	50%以下	50%以下	50%以下	50%以下	70%以上	50%以下	50%-70%	50%-70%	50%-70%	50%以下

圖三、109年至113年在不同地區青蔥上的甜菜夜蛾族群對多種殺蟲劑的感受性。

DOI：10.30248/TSQBTARI.202606_(146).0004

群曾接觸施用汰芬隆的作物而篩出抗性族群。從整體結果來看，臺灣主要青蔥產區的甜菜夜蛾，已普遍出現對多種藥劑的抗性。因此，農民在防治上必須謹慎規劃藥劑使用順序，並搭配其他非農藥或免登記植物保護資材進行防治，以因應抗藥性問題。

四、害蟲抗藥性的消退

一般來說，甜菜夜蛾族群若長期接觸同種藥劑，易累積產生抗藥性，但如果停止施用該藥一段時間，族群的抗性有機會慢慢下降。原因在於帶有抗性基因的甜菜夜蛾在發展對殺蟲劑的抗性時，通常也會影響其他生理機能，例如生存力或繁殖力往往不如感性個體(Rabelo *et al*. 2022)。因此當沒有藥劑壓力時，感性個體通常會漸漸增加，抗性個體則減少，於是整體族群對藥劑的敏感性就會回復。

然而，抗藥性降低的時間會受害蟲抗性程度、遺傳特性和環境因子的影響而有所差異。例如對剋安勃有抗性的甜菜夜蛾族群在室內飼養13代(1年約11代)，不接觸任何殺蟲劑，抗性下降約8倍(Rabelo *et al*., 2022)。若將抗剋安勃的甜菜夜蛾抗性個體和感性個體進行交配所生下的下一代，它們的抗性下降了12倍(Han *et al*. 2024)。美國環境保護局(EPA)為減緩歐洲玉米螟(*Ostrinia nubilalis*)對蘇力菌(Bt)殺蟲基因改造玉米的抗藥性，要求基改玉米栽培者須保留一定比例的區塊種植非基改玉米，做為感性個體的避難區(refuge)，並遵守相關規定，達到保留感性個體有機會與抗性個體交配來延緩抗藥性的效果(Bourget *et al*., 2005)。以上例子說明，保留感性個體對於抗藥性管理非常重要。

五、抗藥性管理策略

要有效控制甜菜夜蛾的抗藥性，不能只依賴單一方法，必須由多方面著手。以下幾點是可以實施的方向：

(一) **持續監測田間族群抗藥性與正確用藥：**透過持續監測甜菜夜蛾田間族群的抗藥性情況，適時依據最新數據調整用藥，致死率低於50%的藥劑應暫停使用；致死率50%-70%或70%以上的藥劑，則可納入輪用計畫，並簡化用藥種類。

(二) **發展快速檢測抗藥性技術：**現有抗藥性檢測方法需採集田間蟲並經飼養至少1代，方能進行多種殺蟲劑的感受性檢測，難以即時反應田間抗藥性情形，如能發展快速檢測抗藥性的方法，例如分子標記檢測或生理代謝指標分析，將可大幅縮短診斷時間。

(三) **營造抗藥性消退條件：**在非害蟲好發季節、極低密度時不施藥，增加空間植被多樣性等，容留感性個體存活，有助於減緩抗藥性。

(四) **輪用不同作用機制的殺蟲劑：**避免長期使用同一作用機制的殺蟲劑，以免加速抗性發生。需注意同一作用機制的殺蟲劑通常有交互抗性，應避免輪用。例如畢芬寧和芬化利。

一農業試驗所技術服務季刊・2026年6月・146期一
DOI：10.30248/TSQBTARI.202606_(146).0004

(五)區域合作與共同防治：採用農業專區輔導，統一規劃進行用藥與防治，失效藥劑暫停使用，將可大幅降低失效藥劑施用量，提升整體抗藥性管理效果。

(六)搭配非農藥防治方法：可搭配性費洛蒙陷阱監測兼誘殺、燈光陷阱誘殺、天敵釋放、間作或忌避性植物等方式降低害蟲密度，進而減少用藥頻度。

(七)新型殺蟲劑的合理使用：新藥劑剛推出時，因田間害蟲尚未對此類殺蟲劑產生抗性，效果通常良好；此時應落實有限度的施用與輪用管理，以延長新型殺蟲劑的使用壽命。例如剋安勃於2009年在臺灣登記上市，農民大量使用後，2013年即在小菜蛾田間族群監測到高抗藥性(TARI，2017)，顯現正確使用觀念十分重要，才能延長其有效期。

六、結語

抗藥性管理是一場持久戰，雖然在新型殺蟲劑上市後，能在短期內快速壓低蟲口密度，解決當下困境，但若缺乏後續監測與正確使用觀念，害蟲對這些藥劑的抗藥性將迅速上升，使防治效果大打折扣。現今農業科技逐漸走向智慧化管理，有助於更精準掌握用藥時機與劑量；此外，對農業生態系統多樣化的重視，有助於存留害蟲感性個體，也逐漸被認為是減緩抗藥性的重要基礎。從長遠角度來看，抗藥性管理並非單純限制農民的用藥自由，而是透過農民、學研單位與政府共同合作，包括持續進行抗藥性監測以提供精準用藥參考，開發快速檢測抗性方法提升檢測速度，規劃合理藥劑輪用，並保持足以支配的有效藥劑種類，以及納入害蟲整合性管理搭配多元的防治方式，將可提升農業生產穩定。

七、參考文獻

鄭允。1993。豐年雜誌第43卷第9期。第46-49頁。

農業部。2025。農業統計年報(113年) https://agrstat.moa.gov.tw/sdweb/public/book/Book.aspx。

APRD. 2025. Arthropod Pesticide Resistance Database. https://www.pesticideresistance.org

Bourguet, D., M. Desquilbet, and S. Lemarié. 2005. Regulating insect resistance management: the case of non-Bt corn refuges in the US. J Environ Manage. 76(3) :210-220. Cheng, E. Y. and C. H. Kao. 1993. J. Agric. Res. China. 42(4) : 396-402.

Han, C., M. M. Rahman, J. Kim, B. Lueke and R. Nauen. 2024. Chemosphere 367: 143623.

Rabelo, M. M., I. B. Santos and S. V. Paula-Moraes. 2022 . Insects 13 (4) :365.

TARI. 2017. Pesticide research. Annual report of Taiwan Agricultural Research Institute 2016：84-86.

DOI：10.30248/TSQBTARI.202606_(146).0004

農業區水圳微水力發電整合小型農業氣象站之應用

農試所農工組 曾祥恩 蘇文瑞

一、前言

隨著全球對綠色能源需求日益增加，許多國家、城市與企業紛紛承諾於2050年前實現碳中和，顯示人類對氣候變遷議題的重視與行動力持續升溫。水力發電作為一種潔淨、成本低廉且對環境衝擊相對較小的能源形式，具備相當發展潛力。然而，目前全球仍有大量水力資源尚未被有效利用，主要原因在於傳統大型水壩與發電設施在建置初期所需的鉅額投資成本，且可能對生態環境帶來潛在破壞 (Date & Akbarzadeh, 2009)。

水力發電已有超過百年的應用歷史，並被視為再生能源之一，但大型水壩工程往往會淹沒肥沃土地、改變自然河川流域，進而破壞當地生態系統，使其永續性備受質疑 (Burke et al., 2009)。此外，傳統水力發電的效益常受到地形條件、水流功率密度及輸電距離等因素的限制，在滿足分散地區的發電需求上存在一定困難 (Güney & Kaygusuz, 2010)。儘管高水頭水力電站具備較高的發電效率，卻多建於人口稀少、電力需求低的地區，需透過長距離輸電，反而降低了其經濟效益 (Okot, 2013)。相較之下，微型與低水頭水力發電技術具有靠近用電區、可減少輸電損耗等優勢，因而逐漸被視為農業區或偏遠地區具可行性之替代能源方案。

研究指出，低水頭水力技術 (落差約2~30m) 已被廣泛應用於農業灌溉、都市排水系統以及丘陵地區，並在開發中國家的農業區電氣化中展現出高度的成本效益 (Loots et al., 2015)。近年來，隨著超低水頭 (ultra-low head, ULH) 渦輪機技術的突破，過去被認為不具開發潛力的淺河道、人工運河與污水處理場等地，也開始具備進行小型發電的可行性。在超低水頭條件下(0~2m)，為降低設備成本並提升運轉效能，水輪機設計需趨於簡化。此外，微水力系統對環境的影響極小，主因是其採用較寬的葉片通道與低轉速運轉，能有效減少對魚蝦等水生生物的傷害；且多數系統無須興建水壩，或僅需設置極低高度的堤壩，有助

作　者：曾祥恩助理研究員
連絡電話：04-23317705

DOI：10.30248/TSQBTARI.202606_(146).0005

於維持魚類洄游通道及水生生態系的完整性。本文以臺灣農業區的灌溉水圳為試驗場域，探討如何在超低水頭(0.54 m)條件下，整合微水力發電系統與小型農業氣象站，實現分散式綠能發電與智慧農業數據監測之雙重目標。

二、試驗場域選擇與量測

選定農業部農業試驗所後方第77號與第79號水稻試驗田旁的阿罩霧水圳作為試驗場域(座標：24°01'48.2"N, 120°41'12.7"E)。該水圳的規模與臺灣西部平原地區多數農業區水圳相近，主要用於灌溉兩側的水稻田或其他農作物。試驗區段水圳高度為720mm，上口寬度為2,180 mm，底寬為800mm。研究中使用HEDU-22型旋轉雷射儀，量測水圳上游至發電端之間的實際水頭落差。測得結果顯示水頭落差為0.54m，平均坡度約為0.76%，屬於可應用於超低水頭徑流式水輪機發電的條件。

三、微水力發電系統與小型農業氣象站建置

於試驗場域建置阿基米德式微水力發電系統(圖一)與小型農業氣象站(圖二)。系統依結構簡化及高適應性原則設計，目標為建立可長期穩定運作之分散式綠能系統。其系統整體架構涵蓋八大部分：主支架結構、微水力發電設備、自動升降設備、控制設備、儲能設備、感測設備、以及手持行動裝置與研究辦公室遠端監控平台。小型農業氣象站則配置風向、風速、溫度、濕度與光合有效輻射感測器。系統零組件與架構如圖三所示。

微水力發電設備包含3螺旋(直徑270mm、長度1,000mm)阿基米德式螺旋葉片，搭配齒輪比1:2之增速齒輪機構、400W三相交流永磁發電機與12V~80V整流器。自動升降設備由GDM-09SC 200W直流馬達、5GN-100K減速機、SWL1T螺杆直徑23mm升降機構、DC24V 4A正反轉控制模組及WLNJ-Q極限開關組

圖一、阿基米德式微水力發電系統。

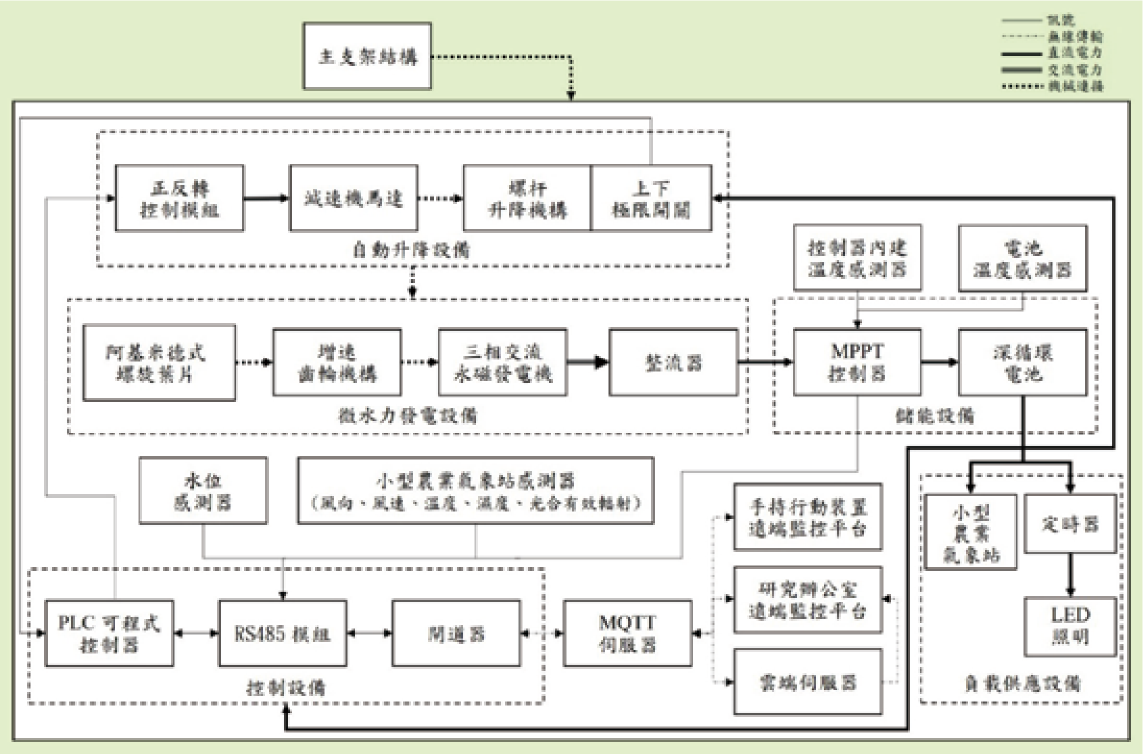
圖二、小型農業氣象站兼具田間監視功能。

DOI：10.30248/TSQBTARI.202606_(146).0005

成。控制設備包括FBS-20MCT2 PLC可程式邏輯控制器、FBS-CB55通訊RS485模組與SE5901B-IO-4G閘道器。儲能設備則為DC24V/2,400W MPPT控制器與DC12V/1,000Ah深循環電池。感測設備包含0.3~6m水位感測器、-35~+65℃電池溫度感測器、-35~+65℃控制器內建溫度感測器；小型農業氣象站則配置有16方位(0~360°)風向感測器、0~60m/s風速感測器、-40~+120℃溫度感測器、0~100%RH濕度感測器、SQ-215光合有效輻射感測器。

阿基米德式微水力發電系統利用灌溉水圳的水流推動阿基米德式螺旋葉片旋轉帶動增速齒輪機構，增速齒輪機構推動三相交流永磁發電機，產生三相交流電力，經過整流器轉換為直流電力，再透過MPPT控制器充入深循環電池中，利用深循環電池將電能儲存，再供應給自動升降設備、控制設備、感測設備與小型農業氣象站設備使用。

系統中控制器內建溫度感測器，用於監測MPPT控制器溫度和電池溫度感測器則用於監測蓄電池溫度，兩者均透過MPPT控制器內建之RS485通訊介面連接至RS485模組第一通訊埠。水位感測器用以監測水圳水位變化，並同樣經由其內建RS485通訊介面連接至RS485模組第一通訊埠。小型農業氣象站主要用於在農業環境中監測氣象數據，其中配置的風向感測器量測風的來向，風速感測器量測單位時間內之風速，溫度感測



圖三、微水力發電整合小型農業氣象站系統架構圖。

DOI：10.30248/TSQBTARI.202606_(146).0005

器量測空氣溫度，濕度感測器量測空氣相對濕度與光合有效輻射感測器量測植物光合作用所需可見光範圍之輻射量。風向、風速、溫度、濕度與光合有效輻射感測器均具內建RS485通訊介面連接至RS485模組的第一通訊埠。RS485模組的第一通訊埠，再連接至PLC可程式邏輯控制器。控制器內建溫度感測器、電池溫度感測器、MPPT控制器、水位感測器及小型農業氣象站感測器所採集之數據，經由PLC可程式邏輯控制器進行運算轉換，將運算轉換的數據透過PLC可程式邏輯控制器連接至RS485模組，由RS485模組的第二通訊埠連接至閘道器。

閘道器做為數據轉換器，將PLC的Modbus工業協議數據轉換為MQTT協議格式，再透過4G行動網路，將數據傳送至MQTT伺服器，MQTT伺服器將接收到來自閘道器的即時數據統一管理，供手持行動裝置與研究辦公室遠端監控端平台進行讀取、呈現與視覺化顯示。遠端監控平台所能顯示與儲存之關鍵參數包括：蓄電池容量(%)、蓄電池電壓(V)、控制器溫度(℃)、蓄電池溫度(℃)、微水力發電電壓與電流(V, A)、當日發電量(kWh)、累積發電量(kWh)、當日充電最大功率(W) 、水位高度(mm)、室外溫度(℃)、室外濕度(%RH)、室外風速(m/s)、室外風向(°)與光合有效輻射感測器(umol/m2/s)等。同時，系統可建立歷史資料庫，以支援後續之數據分析與系統優化(圖四及圖五)。

四、結論與未來展望

本研究於臺灣西部農業區水圳場域建置阿基米德式微水力發電系統，並整合小型農業氣象站，證明超低水頭(0.54 m)與超低斜率(7.4/1,000)的在槽式灌溉水圳具備發電能力，惟目前架設阿基米德式水輪葉片僅能使用1/3水圳流量，無法

圖四、透過手持行動裝置與研究辦公室遠端監控端平台可遠端監控微水力發電和小型農業氣象站狀態。

圖五、即時提供農地狀態氣象及遠端監控機組運轉資訊。

DOI：10.30248/TSQBTARI.202606_(146).0005

完整有效利用水圳水流進行發電，試驗結果顯示發電量約1度電/日。針對此一情況，本所目前已著手研究開發可搭配我國農業水圳環境之水輪葉片、增速齒輪及永磁發電機，可有效將水力轉換為電力，並利用MPPT控制器與深循環電池完成儲能與供應。此外，並研究整合多項感測器後，系統可即時監控水文及氣象參數，並透過4G網路與MQTT通訊協議，實現遠端監控與數據視覺化，提升系統運維效率。整體架構具高度適應性與擴展性，對於農業區分散式綠能發電及智慧農業監測具有示範效益，未來展望如下：

(一) **系統效能優化**：另行重新設計符合我國水圳需求之改良型水輪葉片，提升發電效率與耐用性，依水流變化動態調整控制策略。

(二) **擴大應用範圍**：應用至其它農業區水圳，建構分散式微水力發電網絡，並整合更多農業感測器，發展智慧農業生態系。

(三) **智能化系統**：結合物聯網與人工智慧技術，進行數據學習與預測，優化蓄電池管理、水力調節及農業灌溉決策，提升能源自給利用率及農作物生產效率。

(四) **生態與社會影響評估**：持續監測微水力系統對水生生物及生態環境的影響，並推動社區參與綠能教育，提升居民認同與支持。

(五) **高效水輪葉片開發與成本降低**：隨技術進步與規模經濟發展，開發高效能水輪葉片以降低系統建置與維護成本，可於農業區推動微水力發電機組之廣泛應用。

五、參考文獻

Burke, M., Jorde, K., & Buffington, J. M. (2009). Application of a hierarchical framework for assessing environmental impacts of dam operation: Changes in streamflow, bed mobility and recruitment of riparian trees in a western North American river. Journal of Environmental Management, 90, S224-S236.

Date, A., & Akbarzadeh, A. (2009). Design and cost analysis of low head simple reaction hydro turbine for remote area power supply. Renewable Energy, 34(2), 409-415.

Güney, M. S., & Kaygusuz, K. (2010). Hydrokinetic energy conversion systems: A technology status review. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 14(9), 2996-3004.

Loots, I., Van Dijk, M., Barta, B., Van Vuuren, S., & Bhagwan, J. (2015). A review of low head hydropower technologies and applications in a South African context. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 50, 1254-1268.

Okot, D. K. (2013). Review of small hydropower technology. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 26, 515-520.

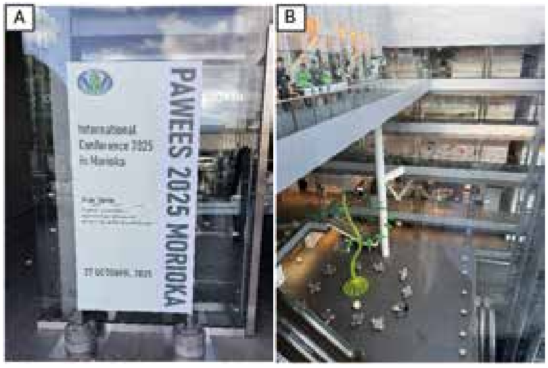
DOI：10.30248/TSQBTARI.202606_(146).0005

參加 2025 國際水田及水環境學會(PAWEES)研討會見聞

農試所作物組 李欣叡　農試所鳳山分所 高碧霜

一、前言

在全球氣候變遷加劇的背景下，降雨型態趨於極端，農業如何在「穩定糧食生產」與「永續用水」之間取得平衡，已成為各國共同面對的核心課題。國際水田及水環境學會（International Society of Paddy and Water Environment Engineering，PAWEES）於2025年在日本舉辦國際研討會(圖一)，聚集來自亞太地區及多個國家的研究學者，從科學研究、工程技術到治理制度等層面，全面探討未來農業水資源管理技術與研究方向。本次研討會涵蓋的議題相當廣泛，從土壤與水循環、農業水利設施、農村生態治理到智慧農業技術等面向，呈現當前農業水資源管理的最新發展趨勢。本文筆者特別聚焦於氣候變遷下農業水資源治理與灌溉管理的新方向，分享國際研究的重要趨勢。此外，本次研討會亦安排技術參訪活動，前往東北地區岩手縣，實地了解支撐農業生產重要的水利設施。由於日本在氣候環境、稻作耕作型態與臺灣具有相當程度的相似性，其經驗對臺灣未來農業水資源管理，具有高度參考價值。



圖一、研討會歡迎海報(A)，本次舉辦在岩手縣民資訊交流中心aiina(B)，設立多間會議室及海報間，同步分享不同主題研究內容。

二、標竿演講揭示的全球共識

研討會的標竿演講從全球尺度分析氣候變遷對稻作的衝擊，提出一項值得重視的觀點–部分地區灌溉雖能降低乾旱風險，卻無法完全抵銷高溫逆境對水稻產量的傷害(圖二)。該研究指出在溫室氣體高排放情境下，全球主要糧食作物的適宜耕作區正逐漸向高緯度移動，

作　　者：李欣叡助理研究員
連絡電話：04-23317113

DOI：10.30248/TSQBTARI.202606_(146).0006

而傳統稻作集中之熱帶與副熱帶地區，將同時承受「高溫壓力」及「水分限制」的雙重夾擊。即便水分供應充足，水稻在開花期遭遇極端高溫時，仍會因花粉活力下降而導致顯著減產。講者以Log(IR/R) 指標，量化灌溉相對於雨養農業的增產邊際效益，結果顯示灌溉效益最高的區域，反而集中在水資源受限，但溫度仍適宜的半乾旱或溫帶地區。然而在熱帶高溫區，灌溉的產量增益趨近於零。這項研究成果對政策層面具有重要啟示，未來灌溉建設投資，不宜再以單純擴大灌溉面積為目標，應因地制宜精準投資儲水設施在氣候適宜的高回報區域；若灌溉無法有效緩解熱逆境的區域，則需考量品種改良或田間整合管理等多元調適策略。

三、四大研究主軸勾勒農業水資源治理藍圖

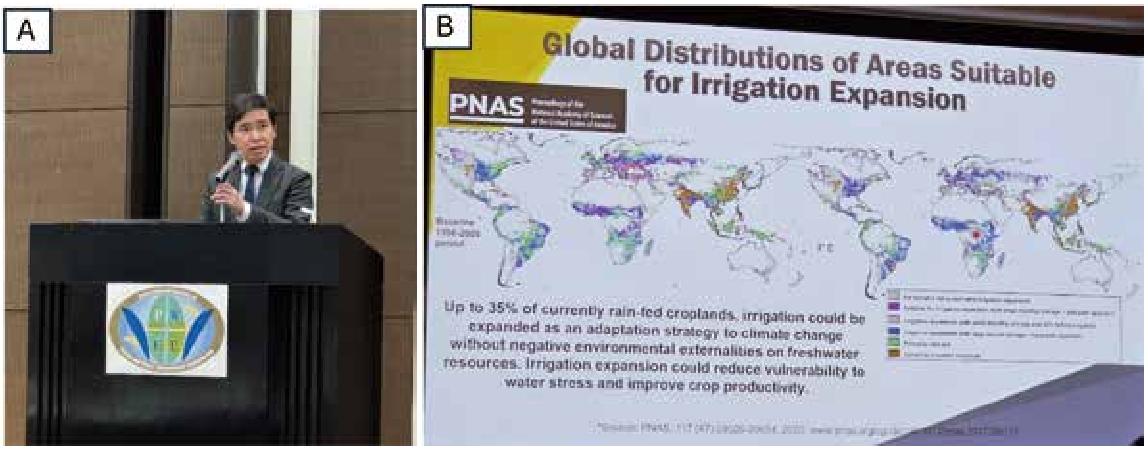
本次研討會共有來自11個國家研究團隊參與，發表約173篇研究論文，整體研究趨勢可歸納為「土壤與水」、「農業設施」、「農村生態」及「智慧技術」四個大主軸。

(一)土壤與水

此主題研究多著重於利用各類數值模型評估氣候變遷對水資源的衝擊，並關注水進入系統後如何影響地下水、溫室氣體與水質。使用 APEX、SWAT、SWAT+ 等模型，模擬流域尺度的逕流、養分流失及水循環，解析田區氮磷養分流失、甲烷排放與地下水補注之間的權衡關係。另有研究利用Sentinel-1、MODIS、PlanetScope等衛星遙測數據，結合乾旱指標(SPI和NDVI)，監測農業乾旱及評估水庫應對能力。針對水稻田作為甲烷主要排放源的議題，提出多元減緩策略，包括間歇灌溉(AWD)、延長曬田期、使用自動除草機器人攪動土壤，以及添加微生物製劑（如乳酸菌）對甲烷排放的抑制效果等。

(二)農業設施

水庫、渠道和管線等農田水利設施



圖二、PAWEES 理事長林裕彬博士提供標竿演講(A)，說明氣候變遷下的灌溉策略，(B)為其一簡報。

DOI：10.30248/TSQBTARI.202606_(146).0006

是農田輸送水分的重要命脈。為解決水利設施日益老化問題，有多個研究團隊提出採用無人機拍攝影像、X射線電腦斷層掃描(X-ray CT)及雷射掃描等技術，結合深度學習(Deep Learning)演算法，自動偵測混凝土結構的裂縫寬度，監測及評估地下管線的腐蝕及洩漏等。另有研究團隊評估極端氣候乾旱或洪水情境，對農業水庫及流域的衝擊，檢討未來農業水資源的脆弱性。以及結合資訊通訊科技(ICT)與人工智慧(AI)技術，提升水利設施的操作效率，建立模型預測灌區配水需求，以取代傳統憑經驗的水庫操作。此類研究結合了感測、診斷與智慧決策，聚焦水利設施的維護管理、災害韌性評估及智慧化操作。為水利設施的管理者提供更多的工具，以達到省工、韌性及智慧化的目標。

(三)農村生態

農村生態討論的議題比較多元，包含生態的多樣化及農村空間治理等議題，本研討會討論的有以下幾個議題：有研究透過魚類及蜻蜓等指標物種的長期監測，評估水路環境品質，並開發環境DNA (eDNA)的檢測技術，快速辨識水路中的外來入侵物種。另有越南、埃及和盧安達研究探討人在水資源管理中的角色，特別是農民組織與制度的運作。韓國透過參與式地方治理 (Participatory Local Governance) ，提升農民參與水管理決策的程度，進而強化制度的永續性。此外也有研究利用數值模型評估氣候變遷對沿海農業營養鹽循環，對流域環境的衝擊，以及針對核電廠除役期間放射性同位素釋放到稻田環境的生命週期評估 (LCA)。此主軸研究顯示農業的價值遠遠超過糧食產值，是維繫生態平衡的網，支持永續的農村規劃，就是在投資我們共同的未來環境。

(四)智慧技術

智慧技術主題展示農業正快速邁向數位轉型，從衛星到地面感測器，全方位介入農業生產。研究利用影像判識辨識害蟲危害或是判斷柿子樹的水分逆境(water stress)，結合街車影像計算高麗菜種植數量。利用高解析度衛星影像解決大範圍監測的難題，監測小區塊農田的乾旱狀況，或評估降雨數據的準確性，繪製水稻種植地圖及結合SAR雷達影像預測水稻產量。此外，設立智慧灌溉設備與物聯網，自動化控制水門在泰國及日本山區灌溉渠道的配水效益，證明能減少人力並穩定水位。部分研究更利用Starlink衛星網路解決偏遠山區農田無訊號的問題，建立獨立的物聯網通訊環境。科技的進展促使農業水管理更即時及省力，在氣候變遷的情況下，也更具備因應災害的能力。

四、現地參訪經驗：從三王海水庫到田間的智慧灌溉設計

本次技術參訪來到日本岩手縣的重要水資源調度設施–三王海水庫。該水庫位於岩手縣紫波町，蓄水能力可達數千萬立方公尺。不同於一般單一水庫供水的模式，三王海水庫屬於多水源整合操

DOI：10.30248/TSQBTARI.202606_(146).0006

圖三、為彌補葛丸水庫蓄水容量不足的問題，在冬季（非灌溉期）期間，流入葛丸水庫的水量會被引導並暫時儲存在容量較大的三王海水庫中；待進入夏季（灌溉期）後，再將這些儲存的水量回送至葛丸水庫，以供應下游農業灌溉用水。

圖四、水稻田的自動供水閥，可以使用智慧型手機遠端控制灌溉水。

作體系的一部分。在降雨分布不均、季節差異明顯的日本東北地區，單靠一座水庫在旱季提供穩定供水往往不足以應對需求。日本的水利部門將多座水庫視為整體水資源系統進行調度，在非灌溉期先行蓄水，於灌溉高峰期再彈性回送至下游水庫（圖三），確保整個灌溉系統的供水穩定性。這種「跨水庫協同管理」的方式，大幅提升了應對乾旱或降雨極端變化的靈活性，成為地區調適氣候變遷的關鍵策略。農民不再完全依賴單一水源，而是透過制度化的水源協調，確保在極端天候下也能拿到所需的灌溉水量。

然而，穩定的水庫供水只是完整灌溉系統的一半。如何將水從水庫安全且有效地輸送到每一塊農田，也是關鍵課題。在本次參訪的日本豐澤川地區，在下游取水，先後經由明渠與高架水槽，再利用自然重力流的方式，透過封閉式管線輸送至各個農田。過去的明渠灌溉方式，因為是開放式渠道，水在流動過程中會有大量滲漏與蒸發損失。相較之下，透過將輸水管線地下化採用暗管灌溉，不僅減少水量損失，也讓灌溉過程更安全、節能。

這套暗管系統並非單純的地下管路，而是結合感測器、中央控制與智慧調度的供水模式(圖四)。透過感測技術掌握土壤濕度、作物需水狀況，以及水源即時供給能力，系統能夠自動調整供水時間與水量。農民可以透過簡便的控制介面即時引入灌溉水，

DOI：10.30248/TSQBTARI.202606_(146).0006

不再受限於固定時段或人力操作。這樣的智能灌溉模式，大幅降低了輸水損失與農村勞動負擔，對於面臨高齡化、人力不足的日本農村而言，具有深遠的意義。此外，即使在乾旱期間、需要實施輪灌等節水措施時，仍可透過供水閥門的定時控制功能，按照計畫且省力的管理配水與供水作業。

本次參訪亦發生一個小插曲，因有熊出沒，原定參觀岩手大學的行程被迫取消，在日本，往年熊進入人類生活區域的新聞並不常見，但在2025年，日本經常性的出現熊害的問題。臺灣也有類似的狀況，近山區域的野生動物(包含野豬及猴子等)侵入農業區所造成的問題越來越多，皆反映了兩國的鄉村人口老化及氣候變遷的問題愈加嚴重，也讓本研討會討論的議題真實的走入現實。

五、結語

綜合 PAWEES 2025 的國際研究趨勢與日本現地經驗可知，未來農業用水管理的核心，不在於追求單一最先進的技術，而在於建立符合在地條件的整體策略。對臺灣而言，農業型態多元、水資源時空分布不均，灌溉系統更應被視為氣候風險管理的重要工具。透過精準的用水時機、穩定的水資源調度，以及與多元的調適措施整合，農業用水才能在氣候變遷下發揮最大的效益。

DOI：10.30248/TSQBTARI.202606_(146).0006

新聞訊息

暖冬挑戰加劇
農試所推荔枝「韌性管理」技術助穩產

本所115年4月1日新聞稿

農試所嘉義分所 朱彧瑩 張哲瑋

因應氣候變遷帶來暖冬及異常氣候衝擊，影響荔枝開花穩定度，農業部農業試驗所整合多年控梢與病蟲害監測經驗，推出「荔枝韌性調適技術」，依植株生理狀態進行精準管理，協助農民穩定生產，4月1日於示範果園舉辦技術觀摩會，展示相關成果，提供農友實務應用參考。

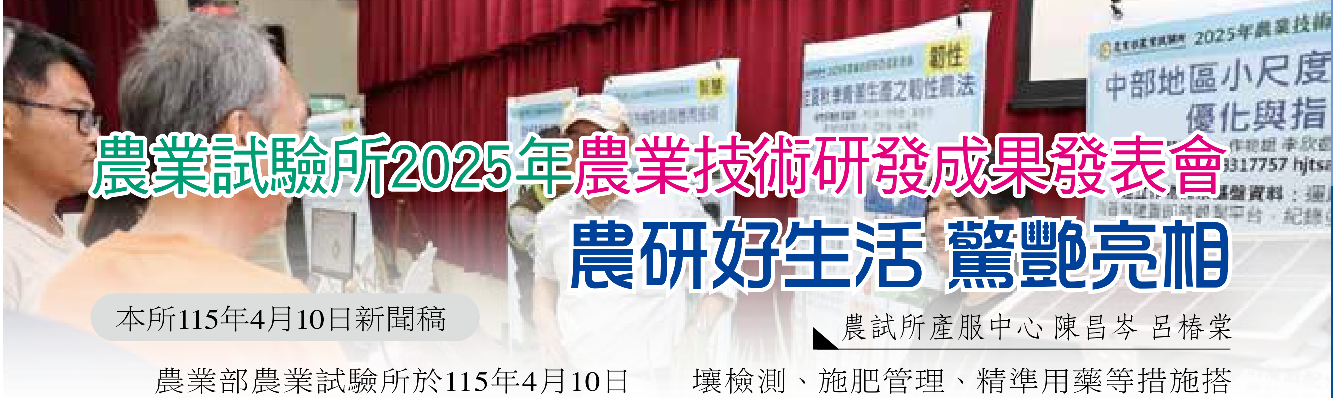
農試所指出，荔枝為需低溫誘導花芽分化之重要果樹，國內常見黑葉品種屬中熟種。近年受暖冬影響，常發生開花不良、產量不穩情形，尤其114至115年秋冬季降雨偏少，加上多數黑葉荔枝植株的第一段梢曾受丹娜絲颱風影響，第二段梢葉片到11月中下旬才達成熟，相較往年略為延遲（第一段梢曾受丹娜絲颱風影響）。此外114年12月底才出現首波低於15℃寒流，且低溫持續時間不足，加上前一產季豐產影響，導致目前各產區開花率普遍僅約3至4成。

農試所表示，為探討調適策略，觀摩會現場展示不同控梢時機對開花的影響。試驗結果顯示，以12月中旬進行控梢處理的開花率最高，可達77.1%；11月中旬控梢次之，開花率為55.6%；11月中旬控梢搭配環刻處理開花率僅24.8%；1月中旬控梢開花率為35.6%；未進行控梢的對照組則僅26.7%。該所指出，控梢時機須配合葉片成熟度，若葉片尚未完全成熟即提前處理，效果有限；另在乾旱年度下，環刻處理反而可能不利抽穗開花。

農試所進一步表示，過往依固定時序進行栽培管理的方式，已難以因應氣候變遷帶來的挑戰，須導入整合性管理以降低風險。該所提出的「韌性調適技術」，核心在於全年度的動態調整，包括精準控梢、修剪與施肥策略，以及病蟲害監測管理。實務上，可透過益收等生長調節劑搭配高磷鉀肥，抑制冬梢萌發或促進末梢葉片成熟，以利花芽分化；修剪則應依當年結果情形與果實發育狀況調整時機與強度，培養來年結果枝條；同時應避免過量施用氮肥，以免營養生長過旺，增加控梢難度，並於新梢生長期間加強病蟲害防治，防止族群擴大。

農試所最後強調，氣候變遷已是不可逆的趨勢，期盼透過本次觀摩會推廣農友建立彈性管理觀念，讓荔枝產業即使面對暖冬挑戰，仍能穩定生產，維持市場供應與收益。該所將持續精進相關調適技術，以強化荔枝產業因應氣候風險之能力，確保生產穩定性及促進產業永續發展。

作　　者：朱彧瑩助理研究員
連絡電話：05-2771341-3130



農業試驗所2025年農業技術研發成果發表會
農研好生活 驚艷亮相

本所115年4月10日新聞稿

農試所產服中心 陳昌岑 呂椿棠

農業部農業試驗所於115年4月10日(星期五)上午10時在行政大樓3樓大禮堂辦理2025年農業技術研發成果發表會，此次活動以發表該年度研發成果為主軸，計有9項，包含3個新品種、3項農業資材技術，2項農產加值及1個量產栽培技術，並向外界介紹該年度十大傑出農業技術，展現農試所質優量豐的研發成果。此外，活動亦表揚積極協助該所研發技術擴散或落實產業應用的1位農民、2個農民團體及1個農企業，並宣布4項技術成果獲4家業者青睞，現場簽署技術移轉意願書。

持續勤走第一線 解決農民痛點

農試所指出，本次發表的十大傑出農業技術中的「穩定夏秋季青蔥生產之韌性農法」，起因於2021年8月西南氣流挾帶豐沛水氣襲擊臺灣中南部，短短10日內雨量達2,427毫米，造成嚴重農損，其中青蔥產地價格每公斤飆破200元，除讓消費者咋舌外，也讓農民苦不堪言。

因應極端天氣帶來的管理難度，該所組成青蔥研究團隊，不斷地到現場了解問題所在，然後回到實驗室研究，再到田間驗證確效，由2021年先確定種植健康種苗為成功的第一步，並於豪雨降臨前超前部署青蔥疫病之防治策略，2023年提出健康種苗繁殖體系，2024年則推出健康種苗整合性栽培管理技術，因為種植健康種苗雖然重要，但若無土壤檢測、施肥管理、精準用藥等措施搭配，面對夏秋季的高溫及強降雨，仍會出現青蔥生育不佳的窘境，經過反覆研究及田間確效，於2024年底則隆重以七字箴言「種田肥水管藥材」，強調穩定夏秋季青蔥生產之韌性農法，2025年已在臺中市、彰化縣與雲林縣技術擴散41公頃，每公頃增加產值60萬元以上。長期與該所青蔥團隊配合良好、位於彰化溪湖的示範蔥農因積極協助技術示範與推廣，將創新研發轉化為具體的產業競爭力，更於本次發表會獲表揚，彰顯產研攜手對解決產業痛點的必要性。

從豐產技術到機能保健的跨界研發

該所說明，農業科技的創新與應用，已成為推動我國農業轉型與競爭力提升的關鍵力量，農試所秉持「農業創新、科技領航」的理念，感謝各界對其研發成果的肯定，並說明在農試所的網站有豐富的研發成果內容清單可供參考，歡迎各界至該所網頁首頁（https://www.tari.gov.tw/）公告資訊項下查詢技轉產學公告。該所將持續以創新技術賦能產業，加速研究成果落地及場域應用，透過技術擴散為產業導入創新動能，為臺灣農業開創永續新局面。

作　　者：陳昌岑研究員
連絡電話：04-23317459

設施加持、好芒升值！

農試所發表芒果設施栽培技術成果 強化產業抗逆境能力

本所115年5月22日新聞稿

農試所鳳山分所邱國棟 李文立

為因應氣候變遷及極端氣候對芒果產業造成的嚴重衝擊，農業部農業試驗所長期致力於芒果設施栽培技術研發。5月22日於臺南市玉井區芒果設施栽培示範場域舉辦「芒果設施栽培技術研發成果觀摩記者會」，正式發表一套適用於熱帶及亞熱帶地區之芒果設施栽培技術體系，展現技術落地應用的亮點成果。

產值提升4倍！設施栽培有效降低病害與氣候風險

農試所指出，傳統露天芒果栽培易受降雨、低溫、強風及病蟲害影響，導致著果率不穩、裂果及病害頻頻發生，嚴重影響果實外觀與商品價值。透過隔雨設施、網室防護及精準栽培管理技術，可有效降低環境風險，改善園區微氣候條件，進一步提升果實品質與商品率。依據試驗調查，114年芒果設施栽培的產值是露天栽培的4倍；以115年屏東枋山地區為例，露天栽培芒果的黑斑病及炭疽病罹病率高達40%，反觀設施栽培場卻幾乎「零發病」，並因此可減少50%的農藥使用量，大幅提升生產安全性與市場競爭力。

六大核心技術套組，驅動芒果精準管理新紀元

農試所說明，芒果設施栽培模式整合六大核心技術，包括 (1) 產期調節：利用隔雨設施與水分控制，精準掌握上市時機；(2) 水分管理：結合雨水收集與精準肥灌，節省用水並大幅提升肥效；(3) 整枝修剪與控梢： 突破空間限制的立體樹冠管理；(4) 設施授粉：引進授粉昆蟲，解決溫室封閉環境下的授粉問題；(5) 高品質高產量栽培管理：合理留果、懸枝、地舖布反光與病蟲害防治；及 (6) 智慧化管理系統：建立全天候環境感知與遠端決策中心，並結合環境監測、水分控制及病蟲害監控機制，建立兼具穩定生產與精準管理之設施栽培模式。

兼顧環境友善與自動化，推動產業升級永續發展

農試所進一步說明，示範場域不僅強調產能穩定，更導入多項友善環境與省工措施，如自動化設備、機械電動化作業及草生栽培，不僅能有效節省人工勞動力，並降低碳排放，達到生產效益與生態永續的雙贏目標 。透過此次成果觀摩與技術擴散，期盼能強化產、官、學、研的交流合作，帶動臺灣芒果產業朝向高韌性、高獲利的智慧農業時代邁進，讓臺灣芒果產業展現更強的競爭優勢。

作　　者：邱國棟副研究員兼系主任
連絡電話：07-7310191-801

農試所發表百香果藤蔓與廢菇包循環利用技術
14天快速轉化農廢資材 助攻百香果產量增18%

本所115年5月25日新聞稿

農試所植病組 呂昀陞 蔡志濃

百香果與香菇是南投縣埔里鎮的重要農產業，每年為埔里地區創造近30億元產值，但同時也衍生大量農業剩餘資源。為推動農業循環利用與永續發展，農業部農業試驗所在農業部資源永續利用司的計畫支持下，以菇類快速堆肥技術為基礎，成功開發「百香果藤蔓與栽培後菇包快速堆肥化處理技術」，可將農業資源物快速轉化為兼具堆肥與栽培介質功能的循環資材，並具去除病原菌、誘發自然生成有益微生物的潛力。5月25日於台一休閒生態農場舉辦成果觀摩會，展示相關研究成果，提供農友與產業界實務應用參考。

農試所表示，臺灣百香果栽培面積約1000公頃，年產量超過2萬公噸，其中埔里大坪頂為全臺最大產區，栽培面積約669公頃，占全國66.9%，每年也因此產生約400公噸的老藤蔓。另一方面，埔里鎮每年栽培約4,000萬包香菇太空包，產出600公噸香菇，同時產生約3,500公噸廢棄菇包資材。龐大的生產量伴隨著大量的農業剩餘資源物，若未妥善處理，不僅增加環境負擔，百香果老藤更可能成為病原菌孳生溫床，造成病害發生風險。該所推展的百香果有害生物綜合管理 (IPM) 策略中，「田間衛生管理」是重要關鍵，研究團隊導入既有菇類廢包快速堆肥技術，並將設備改採小型化與簡便化，開發出小型固態發酵設備，每次可處理約1公噸農業剩餘資材，透過該設備，農業廢棄物可在14天內完成快速堆肥化處理。其中藉由65至70℃的高溫發酵階段，能有效消除百香果藤蔓中的病原菌；後續40至50℃的中溫階段，則有助誘發有益微生物生成，進一步改善介質環境。

農試所進一步說明，以「百香果藤蔓×菇類栽培後介質」所製成的固態發酵產品，經溫室與田間試驗證實，可有效取代部分商用栽培介質，不僅可讓百香果幼苗生長更加旺盛，且植株更加健壯，也可作為田間追肥使用，提升百香果產量達18%。此外，研究結果顯示，經固態發酵後的堆肥化產品不僅未檢出百香果炭疽病病原菌，還可分離到芽孢桿菌（*Bacillus* sp.）及鏈黴菌（*Streptomyces* sp.）等有益微生物，顯示其具備抑制病害發生的潛力。這項快速固態發酵技術不僅能有效解決農業剩餘資材去化問題，處理過程也不易產生傳統堆肥常見異味，可協助果農在地循環利用老藤資源，讓堆肥後的資材重新回到果園滋養新植株，逐步實現「零農廢、全循環」的永續農業目標，同時提升百香果產業的IPM管理效益，邁向安心、生態與永續發展的坦途。

作　　者：呂昀陞副研究員
連絡電話：04-23317533

注意 農業試驗所嚴正聲明！

■公務機關不販售任何形式之農產商業交易！

農業試驗所為國家級公務科研機關，依法從事農業試驗研究與品種改良！針對不法人士偽造本所官方身分，透過社群媒體、通訊軟體等進行任何農產品之販售、發起團購或任何形式之商業交易行為，已嚴重損害本所名譽並涉嫌詐欺，本所嚴厲譴責此種擾亂社會秩序惡意行為，並已報警處理。

■農業試驗所訊息傳播目前僅使用：全球資訊網(https://www.tari.gov.tw)及臉書粉絲專頁，尚無開通Threads 或 IG 等社群媒體！請民眾切勿受騙！

農業試驗所、農業試驗所嘉義分所、農業試驗所鳳山分所**從未**於社群平台(Threads、Instagram (IG)販售山竹、藍莓、蓮霧、鳳梨、荔枝、酪梨、楊梅等或其他農產品，請民眾提高警覺，慎防詐騙！

■研究成果多以「技術轉移、授權或示範推廣」為主！

鄭重提醒消費者，本所試驗成果多以「技術轉移、授權或示範推廣」為主，絕不會在 Threads 或 IG 等社群媒體私訊民眾要求匯款或下單，而詐騙廣告常以「研發過剩」、「試驗品特價」或「限時限量」等煽動性語言誘騙，請民眾保持理性，應多方查證，切勿輕信。

農試所官網

9 771017 086004
GPN：2007900008
定價：NT$50